



CADERNOS

# PROARQ 26

REVISTA DE ARQUITETURA E URBANISMO DO PROARQ

# CADERNOS PROARQ 26

**Reitor** Roberto Leher

**Vice-reitora** Denise Fernandes Lopez Nascimento

**Pró-Reitoria de Pós-graduação e Pesquisa** Ivan da Costa

Marques **Decano do Centro de Letras e Artes** Flora de Paoli Faria

## FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

FACULTY OF ARCHITECTURE AND URBANISM

### Diretor

*Dean*

Mauro Santos Maria

### Vice-Diretora

*Vice Dean*

Maria Júlia Santos

### Coordenação Geral

*General Coordination*

**Coordenadora** Mônica Santos Salgado

**Vice-coordenador** Gustavo Rocha-Peixoto

### Coordenação Adjunta

*Assistant Coordinators*

**Editoria** Ethel Pinheiro Santana

**Ensino** Rosina Trevisan Ribeiro

**Extensão** Lais Bonstein Passaro

**Pesquisa** Andrea Queiroz Rego

### Câmara de Editoria

*Board of Editors*

Ethel Pinheiro Santana (coordenadora)

Andrea Queiroz Rego

### Conselho Editorial

*Editorial Council*

Ceça Guimaraes

Cristiane Rose Duarte

Gabriela Celani

Gustavo Rocha-Peixoto

Leopoldo Bastos

Jean-Paul Thibaud

José Manuel Pinto Duarte

Maria Angela Dias

### Comissão Editorial

*Editorial Committee*

Ethel Pinheiro Santana

Bárbara Thomaz (secretaria executiva)

Fabiola Belinger Angotti (secretaria executiva)

### Copyright©2016 dos autores

*Author's Copyright©2016*

Cadernos PROARQ

Av. Pedro Calmon, 550 - Prédio da FAU/ Reitoria,

sl.433 Cidade Universitária, Ilha do Fundão

CEP 21941-901 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Tel.: + 55 (21) 3938-1661 - Fax: + 55 (21) 3938-1662

Website: <http://www.proarq.fau.ufrj.br/revista>

E-mail: [cadernos.proarq@gmail.com](mailto:cadernos.proarq@gmail.com)

### Revisão

*Revision*

Ethel Pinheiro Santana

Bárbara Thomaz

Fabiola Belinger Angotti

### Tradução

*Translation*

RioBooks Editora

Ethel Pinheiro Santana

Bárbara Thomaz

### Editoração / Projeto Gráfico

*Desktop publishing / Graphic Design*

Plano B [[plano-b.com.br](http://plano-b.com.br)]

Bárbara Thomaz

Fabiola Belinger Angotti

### Capa

*Cover*

Foto de Severiano Mario Porto

“Centro de Proteção Ambiental da Hidrelétrica de Balbina 1983-1988” Premiação Anual do Instituto de Arquitetos do Brasil - IAB Rio de Janeiro - 1987

*Photograph by Severiano Mario Porto*

“Hydreltric Environmental Protection 1983 - 1988” Annual Awards of Brazil Institute of Architects - IAB Rio de Janeiro - 1987

**PROARQ**  
PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ARQUITETURA FAU UFRJ

**FAPERJ**  
Fundação de Amparo  
à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro



Universidade Federal do Rio de Janeiro

### FICHA CATALOGRÁFICA

Cadernos do PROARQ Rio de Janeiro  
Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo,  
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura –  
Ano 1 (1997)

n. 26, julho 2016

Semestral

ISSN: 1679-7604

1-Arquitetura - Periódicos. 2-Urbanismo - Periódicos.  
Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de  
Pós-graduação em Arquitetura. 2016.

**Comitê Científico**

*Scientific Committee*

Alina Santiago, UFSC  
Alice Theresinha Cybis Pereira, UFSC  
Angélica Tanus Benatti Alvim, Mackenzie-SP  
Antonio Tarcisio Reis, UFRGS  
Claudia Barroso-Krause, UFRJ  
Claudia Piantá Costa Cabral, UFRGS  
Cristiane Rose Duarte, UFRJ  
Douglas Aguiar, UFRGS  
Eloisa Petti Pinheiro, UFBA  
Emilio Haddad, FAU-USP  
Fernando Diniz Moreira, UFPE  
Fernando Freitas Fuão, UFRGS  
Fernando Ruttkay Pereira, UFSC  
Frederico Holanda, UnB  
Gabriela Celani, Unicamp  
Gleice Elali, UFRN  
Italo Stephan, UFV  
Jonathas Silva, PUC Campinas  
José Merlin, PUC Campinas  
Lais Bronstein, UFRJ  
Leonardo Bittencourt, UFAL  
Leopoldo Gonçalves Bastos, UFRJ  
Luciana Andrade, UFRJ  
Luiz Amorim, UFPE  
Maria Angela F. P. Leite, IEB/USP  
Maise Veloso, UFRN  
Marcio Fabricio, FAU-USP  
Maria Maia Porto, UFRJ  
Paulo Afonso Rheingantz, UFRJ  
Regina Cohen, UFRJ  
Roberto Righi, Mackenzie-SP  
Romulo Krafska, UFRGS  
Rosina Trevisan, UFRJ  
Sylvia Rola, UFRJ  
Wilson Florio, Unicamp

## Palavra do Proarq

A liderança do PROARQ nas atividades de ensino, pesquisa e extensão em Arquitetura consolida-se a partir dos seus quase 30 anos de existência, sendo o Programa de Pós-Graduação em Arquitetura mais antigo do Estado do Rio de Janeiro. Com docentes de alta qualificação, o PROARQ se destaca em eventos nacionais e internacionais, com apresentação de trabalhos científicos de alta relevância para o avanço do conhecimento em arquitetura, nas suas diferentes áreas temáticas.

O reconhecimento maior da excelência das pesquisas realizadas no Programa ocorreu em 2015 quando o PROARQ tornou-se o único Programa de Pós-Graduação em Arquitetura do país a ser agraciado com o Grande Prêmio CAPES de Teses da Área de “Ciências Humanas, Linguística, Letras e Artes, Ciências Sociais Aplicadas e Multidisciplinar – Ensino.

Ampliar o esforço em benefício da produção de pesquisas em arquitetura tem sido a marca registrada do Programa, que nestes anos de existência já consolidou dois Programas de Mestrado Interinstitucional e atualmente está realizando seu Programa de Doutorado Interinstitucional junto aos docentes da Universidade Federal da Fronteira Sul. Acreditando na importância em dar visibilidade às pesquisas em arquitetura, apresentamos a 26ª edição do CADERNOS PROARQ, que tem como tema o trabalho do arquiteto Severiano Mario Porto. Professor Emérito da FAU UFRJ, o arquiteto completou este ano seus 86 anos. Várias tem sido as iniciativas visando à preservação do legado desse importante arquiteto modernista que teve, finalmente, este ano, suas obras protegidas pela Lei n. 312 da Assembleia Legislativa do Estado do Amazonas, de 18 de fevereiro, que dispõe sobre o tombamento por seu interesse arquitetônico, histórico e cultural das edificações e projetos do arquiteto.

Considerando o respeito do arquiteto com as questões relacionadas ao meio ambiente e conforto ambiental, foram reunidos neste número artigos que tratam sobre este tema, transitando pelas questões relacionadas à iluminação natural, parâmetros termodinâmicos, certificações ambientais e microclima urbano nas diferentes regiões brasileiras. Também nesta edição, são discutidos temas relacionados à arquitetura moderna e pós-moderna, contrapondo o legado de Severiano Porto com o trabalho de Frank Gehry.

Esperamos que a leitura seja leve e que este volume do CADERNOS PROARQ possa contribuir para a melhor compreensão dos temas tratados.

**Mônica Santos Salgado**

## *A word from Proarq*

**B**elieving in the importance of giving visibility to research in architecture, we present the 26th edition of CADERNOS PROARQ whose theme is the work of the well-known architect Severiano Mario Porto. Emeritus Professor of FAU UFRJ, the architect turned into 86 years old this year. Several initiatives have been aimed at preserving the legacy of this important modernist architect, who finally had his works protected by Law n. 312 of February 18th, at the Legislative Assembly of the State of Amazonas, which provides the right of preservation because of the inherent value of his architectural, historical and cultural buildings.

Considering the respect of the architect with the issues related to environment and environmental comfort, these themes have been brought together in this edition fulfilled with articles that deal with this natural comfort, natural lighting, thermodynamic parameters, environmental certifications and urban microclimate in various fields of Brazil. Also in this issue are discussed topics related to modern architecture and post-modernism, contrasting the legacy of Severiano Porto with the work of Frank Gehry.

Because of this relevant enterprise and some others, the leadership of PROARQ in teaching, research and extension in architecture is consolidated from its nearly 30 years of existence which also highlights the former Program of Post-graduate Studies in Architecture of the State of Rio de Janeiro. Counting on highly qualified professors PROARQ excels in national and international events with several presentations of relevant scientific work for the advancement of knowledge in architecture, in its different thematic areas.

The increased recognition of excellence of the research conducted in the Program was held in 2015 when PROARQ became the only Post-graduate Program in Architecture in the country to be awarded by the Grand CAPES Thesis Award in the area of “Human Sciences, Linguistics, Literature and Arts, Social and Multidisciplinary Sciences – Education”.

Expanding the efforts to benefit the production of research in architecture has been the hallmark of the program, taking into consideration that these years of existence have consolidated two Inter-institutional Master Programs and is currently conducting its Inter-Doctoral Program with the professors of the Federal University of Fronteira do Sul.

We hope this reading should be light and that this edition of CADERNOS PROARQ may contribute to a better understanding of the topics covered.

**Mônica Santos Salgado**

# Editorial

Com o início de uma nova Coordenação no Proarq, uma nova Câmara de Editoria do CADERNOS PROARQ e o reforço de uma proposta de internacionalização do periódico, a edição de número 26 chega ao público em 2016 cercada de motivos para celebrar e ser celebrada. Além de expor o panorama da pesquisa em arquitetura e urbanismo no cenário brasileiro e internacional, neste volume fazemos uma necessária e singela homenagem ao grande arquiteto Severiano Mário Porto, formado pela então Universidade do Brasil em 1954, após percebermos que grande parte dos artigos aprovados por 'revisão cega' nesta edição tinham relação direta ou indireta à trajetória deste profissional e também às atividades por ele desempenhadas.

Severiano tem sofrido há alguns anos de uma doença neuro-degenerativa e não se encontra mais em condições de expor ou apresentar seu intenso e valioso trabalho arquitetônico – como habitualmente fazia - colecionado em mais de cinco décadas de laboriosa pesquisa e prática em edificação. Tendo atuado na região norte do país, assim como no nordeste e sudeste, Severiano deixou marcas profundas por onde passou, com quem conviveu e mais recentemente naqueles que tem dedicado sua vida de pesquisa a analisar o papel político, estético e funcional de suas obras. Preservar sua memória é um ato de reconhecimento do poder transformador da arquitetura e desse profissional, que surge nas diversas falas sobre temas sempre abordados em suas construções - como o conforto lumínico e térmico, as certificações ambientais, a sustentabilidade - e a partir de discursos diretamente relacionados à atividade profissional de Severiano.

O primeiro texto desta edição é feito por Paula Porto, sua neta e porta-voz, e apresenta a trajetória de Severiano Porto por meio de sua historiografia. Considerado um dos expoentes da arquitetura brasileira, seus projetos fundem o racionalismo moderno à construção vernacular, considerando variáveis climáticas, geográficas, culturais e restrições quanto à disponibilidade de materiais e mão-de-obra. Além de revelar como era o processo de pesquisa e o ato de projetar do arquiteto, a autora traz algumas obras importantes que ilustram não apenas uma arquitetura integrada e adaptada ao meio em que se insere, mas que também participam ativamente da construção da identidade das cidades onde residem.

A significância das obras de Severiano Porto continua a instigar Monica Salgado, Marco Aurélio Bittencourt Cunha e Carolina Mendonça da Silva a realizarem uma pesquisa que tem como foco a Usina Hidrelétrica de Balbina, obra premiada de autoria do arquiteto. A investigação, que incluiu a construção do modelo BIM do referido projeto, teve como objetivo confrontar as características do conjunto edificado com os requisitos ambientais propostos pela certificação AQUA-HQE. Mesmo em estado de abandono e já com partes degradadas, os resultados obtidos indicam que o projeto ainda apresenta aspectos que atendem satisfatoriamente a maioria dos requisitos ambientais definidos pelo método de avaliação, indicando seu potencial para receber a referida certificação.

Buscando sondar condicionantes naturais, Claudia Cotrim Pezzuto, Marcius Fabius H. de Carvalho, Lia Mota e Alexandre Mota apresentam a avaliação do microclima urbano da cidade de Campinas a partir de uma metodologia baseada em três etapas. A primeira é feita através da escolha de oito pontos para as medições dos parâmetros climáticos e posterior extração de imagem geoeye, espaços naturais e áreas edificadas e pavimentadas. Após as medições climáticas e o monitoramento da temperatura do ar da segunda etapa, foram feitas análises do microclima dos pontos de coleta através de diferentes enfoques. A conclusão do trabalho indica um 'norte' para a avaliação do microclima urbano atual, sendo a análise por envoltória de dados a que mais sugere referências para a prática do planejamento urbano.

Patrícia Drach e Gisele Barbosa, no quarto artigo desta edição, continuam atendo para as variáveis naturais do ambiente ao verificar a relação entre a morfologia local – presença de árvores de médio e grande porte – e a variação da temperatura do ar na região central do Rio de Janeiro. Depois de um levantamento preliminar de estudos teóricos relevantes sobre morfologia urbana e variação climática, as autoras apresentam um extenso trabalho de campo visando à coleta tanto de dados microclimáticos quanto da morfologia urbana de cada ponto verificado. O resultado final elucida o percentual aproximado das áreas vegetadas existentes e a importância da presença da vegetação na morfologia urbana, para a redução das temperaturas locais.

Com foco específico para as relações entre superfícies refletoras externas e a disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno, Andrea Laranja, Nathália Ferreira e Cristina Alvarez tratam da iluminação natural no ambiente interno. Com o objetivo de investigar o comportamento da curva isolux de um ambiente interno em função da variação de suas superfícies refletoras externas, as autoras fazem uso de uma metodologia que aponta as correlações entre superfícies refletoras e iluminação natural no ambiente interno, como estratégia para apontar a iluminação natural adequada nestes espaços.

No campo da competência profissional nas edificações, e cientes da relevância do maior controle e conhecimento das certificações existentes, Carolina Telles e Joyce Carlo analisam a sensibilidade dos graus-hora (GHR) e consumo de

aquecimento (CA) empregados no método prescritivo de avaliação do RTQ-R. O procedimento que determina os valores de GHR e CA baseia-se em equações com uma lista de 36 variáveis e que resulta em um total de oito equações correspondentes a cada uma das Zonas Bioclimáticas brasileiras. O estudo, além de contribuir para futuros aperfeiçoamentos da certificação, enfatiza os pontos de destaque que não devem ser ignorados ao longo do desenvolvimento de projetos arquitetônicos.

Na sequência temática, Henor Artur de Souza e Patrícia Fialho Alves investigam os instrumentos regulamentados pelo Estatuto da Cidade e de controle ambiental, como a Agenda 21 e sua aplicação em Ouro Preto (MG), buscando agregar a preservação do patrimônio histórico e a proteção ambiental ao contexto da regulação urbana. A partir da caracterização deste município, os autores identificam as principais barreiras que impedem a expansão da cidade juntamente com a qualidade de vida dos cidadãos, a proteção ambiental e à preservação do patrimônio e traçam caminhos possíveis para construir um espaço sustentável e estimular o pensamento crítico sobre as políticas de sustentabilidade, regulação urbana e proteção patrimonial.

Abordando de forma sistemática a questão do desenvolvimento arquitetônico no Brasil, Luiz Gustavo Sobral Fernandes faz uma crítica sobre a arquitetura moderna brasileira apresentando as interpretações que consideram tal arquitetura uma manifestação única e rica em inventividade. Opostamente, tal arquitetura, impossibilitada pela ausência de processos construtivos existentes, transparece os impasses do projeto moderno e da própria formação nacional brasileira. A partir da análise do Ministério da Educação e Saúde e de Brasília, que apresentam diversos elementos que configuram uma modernidade simbólica, epidérmica e desvinculada dos princípios fundadores da vanguarda moderna, o autor acredita que as experiências realizadas no Brasil não seriam a construção de uma possibilidade outra de País, por meio da arquitetura, mas instrumentos em que transparecem as perversidades da história brasileira.

Por sua vez, Fernando Guillermo Vázquez Ramos discute o modo de projetar que caracterizou a obra de Frank Gehry, anterior aos procedimentos digitais que se disseminaram nos anos 1990 e mais próxima de uma crítica à arquitetura internacional. Através de diferentes obras emblemáticas, o autor destaca os diferentes procedimentos de projeto que foram testados por Gehry e que, mais tarde, influenciaram outros arquitetos, reconhecendo nos projetos entre 1976-1978 uma reinterpretação que nunca havia sido proposta.

Ainda sem um ponto final e retornando à obra de Severiano Mário Porto, Mirian Keiko Ito Rovio Lima esboça a um panorama sobre a produção de Severiano, com ênfase na análise de dois exemplares do início da carreira profissional do arquiteto no Amazonas: Escola Pré-fabricada e Colônia Agrícola do Rio Preto da Eva. A autora acredita que a produção realizada por Severiano Mário Porto, entre os anos 60 e 90, é rica em diversidades programáticas, construtivas e

espaciais, podendo ampliar o entendimento de sua obra e preencher algumas lacunas sobre o modo de pensar e fazer do arquiteto.

Encerramos esta edição com uma derradeira homenagem a Severiano Mário Porto. Para isso reproduzimos o texto proferido pela Profa. Dra. Elizabete Rodrigues de Campos Martins por ocasião da outorga do título de Professor Honoris Causa, em 19 de novembro de 2003, no Salão Pedro Calmon, Fórum de Ciência e Cultura da UFRJ. Um dia memorável, de falas e reconhecimentos igualmente relevantes, que cremos fazer conjunto com esta edição comemorativa. Desejamos que todos sintam-se afagados por este grande esforço conjunto, ao lerem as páginas deste periódico.

Equipe editorial

Ethel Pinheiro, editora chefe

Bárbara Thomaz e Fabíola Angotti, secretaria executiva

# Editorial

The edition #26 reaches the public in 2016 surrounded by reasons to celebrate and be celebrated - a new Coordination in PROARQ, a new Editorial Board of CADERNOS PROARQ and the strengthening of a proposed journal internationalization. Rather than offering the panorama of research in architecture and urbanism in Brazilian and international scenario, this volume does make a necessary homage to the great architect Severiano Mário Porto, graduated from the University of Brazil in 1954. As a matter of fact, we realized that most of the articles approved by 'blind review' in this issue had direct or indirect relation to the trajectory of Severiano's work and also to the activities he used to perform.

Severiano has been suffering from a neuro-degenerative disease and is no longer able to exhibit or present his intense and valuable architectural work – as he usually was - collected in more than five decades of painstaking research and practice in building. Having worked in the north of the country, as well as in the northeast and southeast regions, Severiano left deep marks wherever he went, with whom he lived and more recently with those who have dedicated their research life to analyze the political, aesthetic and functional role of his works. Preserving the architect's memory is an act of recognition of the architectural transformative power which comes in various speeches always covered by his buildings - such as the luminal and thermal comfort, environmental certifications, sustainability and from texts directly related to the professional activity of Severiano.

The first text of this edition is made by Paula Porto, his granddaughter and spokeswoman, and presents the trajectory of Severiano Mário Porto through his historiography. Considered one of the exponents of Brazilian architecture, his designs merge the modern rationalism of vernacular construction considering climatic, geographical and cultural variables and so forth restrictions on the availability of materials and hand labor. Besides revealing how was the research process and the act of designing, the author brings some important works that illustrate not only an integrated and adapted architecture to the environment in which it operates, but also actively participate in the construction of the identity of cities where they reside.

The significance of Severiano Porto's work continues to instigate Monica Salgado, Marco Aurélio Cunha Bittencourt and Carolina Mendonça da Silva to conduct research that focuses on the Balbina Hydroelectric plant, the award-winning work of the architect. The research, which included the construction of the BIM model

of that project, aimed to confront the assembly features built with environmental requirements proposed by AQUA-HQE certification. Even in a state of abandonment and with some degraded parts, the results indicate that the project still has aspects that satisfactorily meet most environmental requirements set by the assessment method, indicating its potential to receive such certification.

Seeking to probe natural constraints, Claudia Cotrim Pezzuto, Marcius Fabius H. de Carvalho, Lia Mota and Alexandre Mota present the valuation of urban microclimate of the city of Campinas from a methodology based on three steps. The first step is held through the choice of eight points for measurements of climatic parameters and subsequent extraction of geoeye image, open spaces and built and paved areas. In the second step, after climate measuring and monitoring the temperature of the air, microclimate analyzes were made through different approaches. The completion of the work indicates a 'north' for the assessment of the current urban microclimate, being the data envelopment analysis the one that suggests more references to the practice of urban planning.

In the fourth paper, Patricia Drach and Gisele Barbosa continue paying attention to the natural environment variables to verify the relationship between the local morphology - the presence of medium and large trees - and the variation of the air temperature in the central region of Rio de Janeiro. After a preliminary survey made of relevant theoretical studies of urban morphology and climate change, the authors present an extensive field work aimed at collecting both microclimate data and the urban morphology of each verified point. The result elucidates the approximate percentage of existing vegetated areas and the importance of the presence of vegetation in urban morphology for reducing the local temperature.

With a particular focus on the relationship between external reflective surfaces and the availability of natural lighting in the indoor environment, Andrea Laranja, Nathália Ferreira and Cristina Alvarez deal with natural lighting in indoor environments. In order to investigate the behavior of isolux indoors curve depending on the variation of external reflective surfaces, the authors make use of a methodology that shows the correlations between reflective surfaces and natural lighting in the indoor environment as a strategy to point adequate natural lighting in these spaces.

Within the field of professional competence in buildings, and aware of the importance of greater control and knowledge of existing certifications, Carolina Telles and Joyce Carlo analyze the sensitivity of the degree-hour (GHR) and consumption of heat (CA) used in the prescriptive method for evaluating the RTQ-R. The procedure determines the GHR and CA values based on equations with a list of 36 variables and resulting in a total of eight equations corresponding to each of the Brazilian Bioclimatic zones. The study, in addition to contributing to future improvements in

certifications, emphasizes the salient points that should not be ignored during the development of architectural projects.

In this thematic sequence, Henor Artur de Souza and Patricia Fialho Alves investigate the instruments regulated by the City Statute and Environmental Control, such as Agenda 21 and its application in Ouro Preto (MG), seeking to add the preservation of historical heritage and environmental protection to the context of urban regulation. Starting from the characterization of this municipality, the authors identify the main barriers to the expansion of the city alongside with the quality of life, environmental protection and the preservation of heritage and also outline possible ways to build a sustainable space and stimulate critical thinking on sustainability policies, urban regulation and asset protection.

Systematically addressing the issue of architectural development in Brazil, Luiz Gustavo Fernandes Sobral makes a critique of modern Brazilian architecture through interpretations that consider such a unique and rich demonstration in inventiveness. Conversely, such architecture rendered impossible by the absence of existing construction processes, transpires the impasses of modern design and Brazilian national formation. From the analysis of the Ministry of Education building and Brasilia, both examples that present various elements that constitute a symbolic modernity, epidermal and disconnected from the founding principles of modern avant-garde. The author believes that the experiments carried out in Brazil would rather not be a possibility of building a new country, but instruments which are reflected the perversities of Brazilian history.

In his turn, Fernando Guillermo Vázquez Ramos discusses the design way that characterized the work of Frank Gehry prior to digital procedures that have been spread in the 1990s and closer to a critique of the international architecture style. Through different emblematic works, the author highlights the different design procedures that have been tested by Gehry and which later influenced other architects, recognizing the projects between 1976-1978 as a reinterpretation that had never been proposed.

Without an end, and returning to the work of Severiano Mário Porto, Mirian Keiko Ito Roivo Lima outlines an overview of the production of Severiano, with emphasis on the analysis of two copies of the beginning of the professional career of the architect in the Amazon: Pre-manufactured School and Agricultural Colony of Rio Preto da Eva. The author believes that the production of Severiano Porto, between the years 60's and 90's, is rich in programmatic, constructive and spatial diversities which may increase the understanding of his work and fill gaps about the way of thinking and doing of the architect.

We conclude this issue with a final tribute to Severiano Mário Porto. We reproduce the text delivered by Elizabete Rodrigues Martins Campos during the award of the title of Professor Honoris Causa, on November 19th 2003, in the Theater Hall Pedro

*Calmon located in the Science and Culture Forum of UFRJ. A memorable day made of equally relevant speeches and acknowledgments, which we believe do together with this commemorative edition. We want everyone to feel cuddled by this great effort while reading the pages of this Journal.*

*Editorial Board*

*Ethel Pinheiro, chief editor*

*Bárbara Thomaz e Fabíola Angotti, executive secretary*

# Sumário *Contents*

## 1

**Severiano Porto, o arquiteto [que] integra.**

---

*Severiano Porto, the architect [that] allies*

Paula Carneiro Porto

## 31

**Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina: uma discussão sobre as certificações ambientais para as edificações**

---

*Hidropower Balbina Protection Environmental Center: a discussion around green building rating Systems*

Mônica Santos Salgado  
Marco Aurélio Bittencourt Cunha e  
Carolina Mendonça da Silva

## 54

**Diferentes enfoques para avaliação do microclima urbano**

---

*Different Approaches to Evaluate Urban Microclimate*

Cláudia Cotrim Pezzuto  
Marcius Fabius Henriques de Carvalho  
Lia Toledo Moreira Mota e  
Alexandre de Assis Mota

## 70

**Estudos da variação do microclima no centro da cidade do Rio de Janeiro: influência da morfologia e da vegetação**

---

*Microclimate variation in downtown Rio de Janeiro: urban morphology and greenery's influence*

Patricia Regina Chaves Drach e  
Gisele Silva Barbosa

## 87

**Iluminação natural no ambiente interno e refletância das superfícies externas: análise a partir das curvas isolux**

---

*Indoor daylighting and reflectance of external surfaces: analysis from isolux curves*

Andrea Coelho Laranja  
Nathália Simonetti Ferreira e  
Cristina Engel Alvarez

## 100

**Sensibilidade dos parâmetros termo físicos do RTQ-R: análise de acordo com o método prescritivo**

---

*Sensitivity of thermo-physical parameters of RTQ-R: analysis according to the prescriptive method*

Carolina de Paula Telles e  
Joyce Correna Carlo

## Sumário *Contents*

### 115

Regulação urbana e sustentabilidade nos sítios históricos tombados: as dificuldades e os desafios da aplicação dos instrumentos de gestão municipal em Ouro Preto – MG

*Urban regulation and sustainability in historic sites: difficulties and instruments of implementation of the challenges of management in municipal Ouro Preto–MG*

Polyana Pereira Coelho,  
Henor Artur de Souza e  
Patrícia Maria Fialho Álvares

### 131

Inversão de perspectivas: notas sobre arquitetura e o moderno no Brasil

*Perspective inversion: notes of architecture and the modern in Brazil*

Luiz Gustavo Sobral Fernandes

### 144

Frank Gehry: da construção da desconstrução à fragmentação, 1975-1985

*Frank Gehry: from construction of deconstruction to fragmentation, 1975-1985*

Fernando Guillermo Vázquez Ramos

### 163

Escolas Pré-fabricadas e Colônia Agrícola do Rio Preto da Eva – reflexões sobre a modernidade ampliada de Severiano Porto

*Prefab Schools and Agricultural Colony of Rio Preto da Eva – reflections on Severiano Porto’s enlarged modernity*

Mirian Keiko Ito Rovo Lima

### 180

A arquitetura brasileira de Severiano Porto

*Discussão proferido na outorga do título Professor Honoris Causa de Severiano Porto, em 19 de novembro de 2003, no Fórum de Ciência e Cultura.*

Elizabete Rodrigues de Campos Martins

CADERNOS  
**PROARQ 26**

PAULA CARNEIRO PORTO

## Severiano Porto, o arquiteto [que] integra

*Severiano Porto, the architect [that] allies*

**Paula Carneiro Porto**

Arquiteta e Urbanista graduada pela UFF em 2014, pós-graduada em Design Estratégico pela ESPM em 2016. Neta e porta-voz de Severiano Mário Porto.

**[paulaporto.arq@gmail.com](mailto:paulaporto.arq@gmail.com)**

## Severiano Porto, o arquiteto [que] integra<sup>1</sup>

***“Use o que quiser, mas olhe para o seu entorno e conviva com ele. A arquitetura precisa conviver com o meio ambiente.”<sup>2</sup>***

Severiano Mário Porto é considerado um dos expoentes da arquitetura brasileira e é reconhecido, nacional e internacionalmente, por diversas obras situadas principalmente no estado do Amazonas. Autor de quase trezentos projetos, desde residências unifamiliares a grandes edifícios públicos, o arquiteto destaca-se pelo uso de materiais e técnicas regionais para produção de uma arquitetura completamente integrada e adaptada ao meio em que se insere.

Ao longo dos 36 anos em que esteve residindo em Manaus, Severiano participou ativamente da construção da identidade desta cidade. Seus projetos, elaborados através de uma postura holística, fundem o racionalismo moderno à construção vernácula, considerando variáveis climáticas, geográficas, culturais e restrições quanto à disponibilidade de materiais e mão-de-obra.

Dessa maneira, a arquitetura Severiana inspira originalidade e rompe com os pré-conceitos formais provenientes do modernismo brasileiro e do neoclássico importado na Belle Époque. Através do uso da madeira e das técnicas construtivas do homem caboclo, Severiano inaugura uma arquitetura amazônica, integrada com o meio ambiente e atenta às necessidades particulares de cada projeto.

## Cronologia

### 1930

Severiano Mario Porto nasce em Uberlândia, Minas Gerais em 19 de Fevereiro.

### 1935

Muda-se com seus pais e sua irmã para o Rio de Janeiro, capital do Brasil.

### 1954

Gradua-se pela Faculdade Nacional de Arquitetura da Universidade do Brasil. Trabalha por cerca de onze anos na Construtora Ary C. R. Brito.

### 1964

É convidado para realizar o projeto da Assembleia Legislativa de Manaus (não executado).

### 1965

Companhia Amazonense de Telecomunicações – CAMTEL.

Menção honrosa do IAB no projeto do Estádio Vivaldo Lima (categoria B-6).

<sup>1</sup> Adesivo do IAB que Severiano Porto levava grudado em seu carro com os dizeres “a natureza cria, o arquiteto transforma”, no qual havia riscado a palavra “transforma” e escrito “integra”.

<sup>2</sup> Frase do Arquiteto.

**1966**

Muda-se com a família para a Manaus, construindo sua primeira residência no Ca-fundó.

**1967**

Restaurante Chapéu de Palha, premiado pelo IAB.

**1968**

Início da sociedade com Mario Emílio Ribeiro (n. 1930), colega de faculdade de Severiano e responsável pelo escritório do Rio de Janeiro. Realizava os detalhamentos das obras do arquiteto (até 1989).

**1970**

Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis – DNPVN.

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA.

**1971**

SUFRAMA (premiado pelo IAB em 1974).

Muda-se com a família para a Residência na Rua Recife, 1435, Manaus (premiada pelo IAB).

**1972**

Inicia suas atividades de docente na Universidade do Amazonas.

Caixas d'águas da COSAMA, premiado pelo IAB.

**1973**

Campus da Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

Centro de Abastecimento S.A. - CEASA.

**1974**

Banco da Amazônia S.A. – BASA.

Centro Integrado do Sesi.

**1975**

Varas Cíveis e Criminais e Juizado de Menores do Estado do Amazonas.

**1976**

Conjunto Residencial Parque Solimões.

Centro de Educação Física e Desportos do Estado do Amazonas – Vila Olímpica.

**1977**

Assume o cargo de presidente do Departamento do Amazonas do Instituto Nacional de Arquitetos do Brasil (até 1980).

Tribunal Regional Eleitoral do Estado do Amazonas.

**1978**

Residência do Sr. Robert Schuster, premiado pelo IAB.

**1979**

Pousada Caça e Pesca, na Ilha Silves, premiado pelo IAB em 1982.

Conjunto de Edificações do Consulado do Japão.

**1982**

Residência do Sr. Alexandre Ale dos Santos .

Agência da VASP.

**1985**

Prêmio Universidad de Buenos Aires, Bienal de Arquitetura de Buenos Aires, Argentina.

Centro de Proteção Ambiental de Balbina, em Presidente Figueiredo.

**1986**

Prêmio de personalidade do ano pelo IAB carioca.

**1987**

Eleito homem do ano pela revista francesa L'Architecture d'Aujourd'hui.

**1989**

Residência do Sr. Orsine de Oliveira, em Ponta Negra, Manaus.

**1992**

Parque Cultura Esporte Lazer Ponta Negra – Projeto de Urbanização da Praia de Ponta Negra.

**1994**

Aldeias SOS do Amazonas.

**1995**

Restauração da SUFRAMA.

**1999**

Prêmio Arquiteto Lúcio Costa pelo referencial de sua obra na Arquitetura Brasileira.

**2003**

Retorna para Niterói, Rio de Janeiro.

Professor “Honoris Causa” pela UFRJ.

**2008**

Título Benemérito, pelo CREA-AM.

**2011**

Comenda de Professor Emérito pela UFAM.

**2013**

Medalha Ruy Araújo, pela Assembleia Legislativa do Amazonas.

## Construindo uma Arquitetura Amazônica

Manaus 1965. Uma pequena cidade em meio à imensidão da floresta amazônica. O ar quente, pesado, úmido. Os rios que transbordam feito chá morno e até mesmo a chuva que marca hora para chegar. E a escala? Ah, aquela escala! A gigante natureza, repleta de mistérios a serem desvendados. E o homem? O homem se reinventa, se adapta, se transforma. O homem vive em perfeita harmonia.

FIGURA 1 - Construções ribeirinhas

Fonte: Acervo pessoal do arquiteto



A arquitetura de Severiano é fruto da inquietação que o ambiente amazônico, tão rico e estimulante, provocou em seu espírito. Chegar a uma cidade que brotava dentre a imensidão da mata e se afogava às margens do rio, despertou no arquiteto paixão e curiosidade, necessárias para subverter seus paradigmas e transformar sua forma de ver e fazer arquitetura.

Severiano, filho de educadores pouco tradicionais, esteve em contato com as artes desde pequeno, sendo influenciado pelas transformações culturais da capital carioca, onde morou em sua juventude. Na época, o nacionalismo da Era Vargas <sup>3</sup> e a crescente adesão ao movimento moderno,<sup>4</sup> expandiam a busca pela essência brasileira, liderada por Tarsila do Amaral<sup>5</sup> e Mário de Andrade.<sup>6</sup>

Neste cenário, Severiano chegou à Amazônia. Inserindo-se no processo de busca pela brasilidade, exprimiu daquele ambiente sua essência vernacular e a fundiu com o racionalismo moderno de sua formação. O resultado foi a criação de uma arquitetura de forte valor cultural, cuja linguagem, além de estabelecer um íntimo diálogo com o entorno, comunicou para o mundo a singularidade e imponência daquele local.

A cidade de Manaus, que se preparava para receber uma zona franca, passava por grandes transformações. A expansão de sua área urbana contava com investimentos para a construção de um polo industrial, de empresas nacionais e estrangeiras. Dessa maneira, havia uma crescente demanda por projetos arquitetônicos em contraponto a pouca disponibilidade de profissionais qualificados.

Severiano, então, abraçou uma grande diversidade de projetos, permitindo-lhe experimentar diversas soluções construtivas. Unindo sua experiência acumulada em execução e fiscalização de obras (fruto da época em que trabalhou no Rio de Janeiro) à forma de construção do homem caboclo, estabeleceu uma arquitetura regional, que rompeu com os pré-conceitos sociais provenientes de um estilo de vida inspirado na Europa.

3 Era Vargas (1930-1945), época em que Getúlio Vargas governou o país sob um regime de ditadura nacionalista e populista.

4 Iniciado em 1922 na Semana de Arte Moderna, o modernismo é um movimento de rompimento com o tradicionalismo, libertação estética, experimentação constante e independência cultural do país.

5 Tarsila do Amaral (1886-1973) foi uma pintora e desenhista brasileira e uma das figuras centrais do movimento modernista

6 Mário de Andrade (1893-1945) foi um escritor e um dos pioneiros da poesia modernista

Como exemplo deste rompimento, temos o projeto de sua primeira residência na cidade. A casa no Cafundó reflete sua busca por uma nova forma de se relacionar com natureza. A proximidade com um banho<sup>7</sup> e a inserção em meio à mata amazônica, só não causavam mais estranhamento do que o uso da madeira como material nobre. Porém, a ousadia do arquiteto cativou elogios, dando início à conscientização daquela sociedade em relação ao meio ambiente amazônico.

**“Moramos no Hotel Amazonas por três meses até papai terminar de construir nossa casa. Ela era toda de encaixes em madeira, o que agilizou muito o processo. Ninguém entendeu muito bem a decisão dele, de morar em um banho. Na época, se pensava que homem morava em cidade” (PORTO FILHO, Mário, 2015).**

FIGURA 2 - Residência do arquiteto, Cafundó

Fonte: Acervo pessoal do arquiteto



Aos poucos, sua arquitetura ganhava visibilidade e a madeira e a palha, status. O uso da mão-de-obra local foi um grande facilitador de todo o processo, uma vez que os nativos possuíam maior conhecimento das características e manejo dos materiais regionais. A extração era feita de forma consciente, evitando sempre o desperdício e estimulando o reuso. Mas este é apenas um dos motivos pelo qual Severiano é considerado um arquiteto sustentável.

Outra característica quase sempre presente em sua arquitetura é o conforto ambiental.<sup>8</sup> Suas obras solucionam questões como a insolação, orientação em relação aos ventos, luminosidade e manejo de massa vegetal de forma tão eficiente que, muitas vezes, apresentam uma sensação térmica bem abaixo da externa. Os detalhes construtivos, como a confecção de esquadrias próprias com persianas móveis, permitem o aproveitamento da ventilação natural e da luz do sol, diminuindo o gasto energético em seus edifícios.

Severiano era tão exigente em relação à perfeita execução de suas obras que se envolvia em todas as etapas projetuais. Desde o início da concepção do objeto arquitetônico, posicionava-se enquanto maestro, regendo todo o processo até a finalização de sua construção. Dizem, inclusive, que conferia até a ferragem dos pilares de concreto. Tudo deveria ser conforme especificado e à sua maneira. Assim é o processo Severiano.

7 “No Amazonas é comum você ouvir falar em balneários, ou banhos, além das praias, onde se pode banhar nos rios, lagos e igarapés.”- Fonte: [//morreudecolar.com.br/praiasbanhos/](http://morreudecolar.com.br/praiasbanhos/)

8 “Trata-se de fazer com que o produto arquitetônico corresponda - conceitual e fisicamente - às necessidades e condicionantes do meio ambiente natural, além do social, cultural e econômico de cada sociedade.” Fonte: [forumdaconstrucao.com.br](http://forumdaconstrucao.com.br)

## O Processo Severiano de Pesquisa

*“Acho que mais importante que mostrar o trabalho final, é você mostrar o processo evolutivo e a maneira de pensar.”<sup>9</sup>*

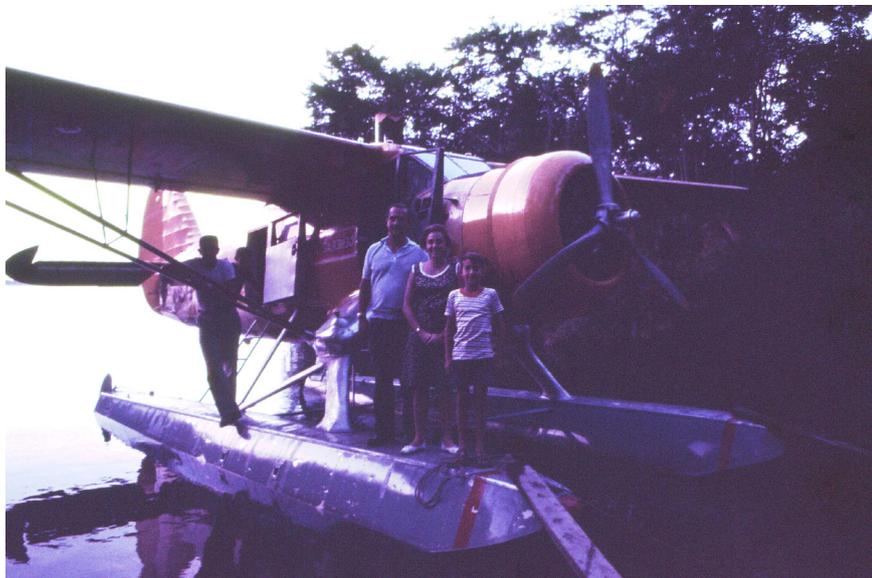
*“O projeto é uma etapa da obra. No início, você vê o terreno, estuda o programa, fala com o cliente, vê o contrato, inicia os estudos e as pesquisas, numa sucessão lógica. No fim vêm as soluções, porque você vai tendo uma visão crítica das coisas que vê, das coisas certas, das coisas boas.”<sup>10</sup>*

A dedicação e seriedade com que Severiano encarava cada uma de suas obras refletiram na qualidade dos resultados alcançados pelo arquiteto. Sua metodologia projetual apresenta pontos que refletem a amplitude de sua capacidade perceptiva, extremamente sensível e aberta às influências externas. As diversas linguagens adotadas em seus projetos expõem uma postura versátil, porém crítica em relação à integridade e firmeza do partido arquitetônico.

Ao começar um projeto, Severiano iniciava também um processo de pesquisa. Ele avaliava questões relacionadas ao terreno, como orientação em relação aos ventos, chuvas e sol, sua inserção urbana e ambiental e as pré-existências do local. Então o arquiteto partia em busca de referências, estabelecendo contato com diversos grupos de interesse e, muitas vezes, viajando para outros estados e países.

FIGURA 3 - Foto tirada em Borel, durante uma das viagens com seu filho Mario ao interior. O monomotor, que pertencia a um missionário inglês, foi utilizado pelo arquiteto para pesquisas do projeto da TELAMAZON

Fonte: Acervo pessoal do arquiteto



Provavelmente este é um dos pontos que difere sua arquitetura das demais. Ao adentrar com humildade no universo particular de cada programa arquitetônico, estabelece um acervo de recursos formais para uma mesma questão e, ao conversar com os reais usuários dos projetos, aprofunda e amplia a abrangência de seu programa de necessidades. Desta forma, ele expande sua percepção acerca da temática aborda-

<sup>9</sup> Severiano Porto em entrevista para a TV-UFAM em 2004

<sup>10</sup> Severiano Porto em entrevista para a TV-UFAM em 2004

da no projeto, tornando a solução arquitetônica resultado de um conjunto de visões complementares sobre um mesmo assunto e adotando uma postura mais assertiva em relação ao ato projetual.

## O ato Severiano de projetar

A complexidade com que encarava a formação de um programa de necessidades se reflete no objeto construído, dispensando formalismos gratuitos, porém mantendo a poética, em prol de uma conceituação profunda e coerente. A usabilidade é vista como prioridade e a escolha de materiais e técnicas reforçam o partido arquitetônico adotado.

Tomemos como exemplo o projeto da sede da SUFRAMA. Nesta obra, Severiano optou por uma estrutura em concreto, baseado na oportunidade que seu edifício teria de anunciar para o mundo que a Zona Franca de Manaus era um projeto sério e estável. A madeira, por ser uma estrutura considerada leve e biodegradável, não poderia desempenhar esse papel tão bem quanto o concreto, robusto, sólido e perene. Adotou então, uma estrutura pré-moldada, que poderia ser reproduzida no caso de ampliação, bem como divisórias internas adaptáveis a diferentes usos e necessidades.

FIGURA 4- SUFRAMA – Antes e depois da Reforma

Fonte: Acervo pessoal do arquiteto



A SUFRAMA foi feita em 1971 e, após um incêndio, foi reconstruída em 1995. Nesta reforma, foram adicionados brises verticais que já continham no projeto inicial.

As peculiaridades do ecossistema amazônico foram outro fator determinante na escolha de um modelo construtivo. O ambiente quente e úmido e o regime de chuvas concentrado em seis meses do ano, criavam necessidades de técnicas construtivas diferenciadas, que se tornariam referência em adaptabilidade ao meio e conforto ambiental.

O projeto da Universidade Federal do Amazonas, a UFAM, foi pensado para se adaptar a este regime de chuvas. Executado em 1973, teve sua concepção em estrutura metálica, que permitiu a construção da cobertura de forma rápida e independente do edifício. Assim, ganhou-se tempo para a construção da parte interna, ao abrigo das intempéries.



FIGURA 5- UFAM: processo construtivo

Fonte: Acervo pessoal do arquiteto

Além disso, esse projeto conta com soluções de conforto ambiental que se tornam referência em termos de adaptabilidade ao meio. Inserido na mata amazônica, a obra abraça a floresta, convidando-a a entrar nos recuos do edifício. Suas coberturas, descoladas da construção, possuem diferentes níveis, permitindo vãos para a saída do ar quente e a entrada de luz natural indireta.

FIGURA 6- UFAM: processo construtivo

Fonte: Acervo pessoal do arquiteto



Podemos concluir que o início do processo projetual de Severiano conta com um longo período de imersão, no qual se exploram diversos fatores relacionados ao tema e a concepção do edifício. Seus valores e ideais são transmitidos a cada obra, assumindo uma postura ética no ato construtivo. Dessa maneira, a Arquitetura Severiana assume e transpira a personalidade de seu criador.

## O mestre Severiano

*“Eu sempre procurei, quando dava aula, fazer o aluno raciocinar arquitetura. Eles faziam croquis (...), mas não desenvolviam nem detalhavam, o que não era o caso. Eu queria que eles entendessem porque, amanhã, eles teriam que saber ler uma planta num empreendimento deles próprios. E, assim, nós sempre entramos na parte do planejamento urbano, tudo com muita conversa.”<sup>11</sup>*

<sup>11</sup> Severiano Porto em entrevista para a TV-UFAM em 2004

Inspirado na paixão e dedicação de seus pais pelo ensino, Severiano inicia sua carreira enquanto docente na Universidade do Amazonas em 1972. Para o arquiteto, essa parte era essencial em seu trabalho e lhe promoveu diversas homenagens, sendo escolhido como paraninfo e patrono de muitas turmas.

O arquiteto tratava seus alunos enquanto aprendizes, assumindo uma posição de tutor e encarregando-se de colocá-los em contato com a realidade da profissão. Viagens, visitas à obra e trabalhos de campo eram muito comuns em suas aulas que seguiam o lema de “é fazendo que se aprende”.

Além disso, Severiano era muito crítico em relação ao formato de ensino das universidades. Acreditava que a teoria deveria ser ensinada a partir da prática e que sem obra não existe projeto.

*“Quer dizer... Você vê como o arquiteto é distante das pessoas, não é? Porque inclusive as faculdades estão mais distantes ainda. Ela não ensina a gente a ser arquiteto dentro da realidade do país. Ela ensina a gente a ser aquele arquiteto da moda, que sabe fazer uma proporção, uma perspectiva, mas não trabalha com a tecnologia, com o processo do fazer, com as várias situações, com os vários tipos de materiais que a gente tem que trabalhar, com as opções de processos construtivos”.*<sup>12</sup>

## Algumas outras obras

*“ARQUITETURA é um conjunto de fatores que se entrelaçam e se agrupam de acordo com as necessidades de um programa, as condições físicas de uma área, os recursos de sua região, suas condições ecológicas, a tecnologia de sua época, recursos financeiros, etc., tudo isso ordenado, transformando um espaço, em volume, de maneira sensível, lógica, técnica e bela”.*<sup>13</sup>

### Residência na rua Recife 1435

A estética das obras de Severiano possui algumas características bastante marcantes. Além da força com que os materiais revelam o partido arquitetônico, seus projetos assumem tonalidades internas mais escuras como forma de reduzir o calor e trabalhar a iluminação zenital.

Podemos observar isso no projeto de sua própria residência, a Casa na Rua Recife, premiada pelo IAB em 1971. A confecção de esquadrias próprias, muitas vezes utilizando o vidro amarelo, proporciona ao ambiente uma estética aconchegante, além de permitir a ventilação e iluminação naturais.

A receptividade desse projeto pelo povo manauara, entretanto, fora bastante curiosa. Durante sua construção, pessoas passavam abobadas pelo terreno e reagiam aos enormes pilares de madeira. “Que exagero!” – Diziam. À medida que a casa foi tomando forma, os gritos foram diminuindo. Ao final de sua construção, os olhares passaram do tom de crítica para o de aprovação. O resultado era mesmo impressionante.

<sup>12</sup> Severiano Porto em entrevista para a TV-UFAM em 2004.

<sup>13</sup> Severiano Porto em texto sobre a arquitetura, 1976.



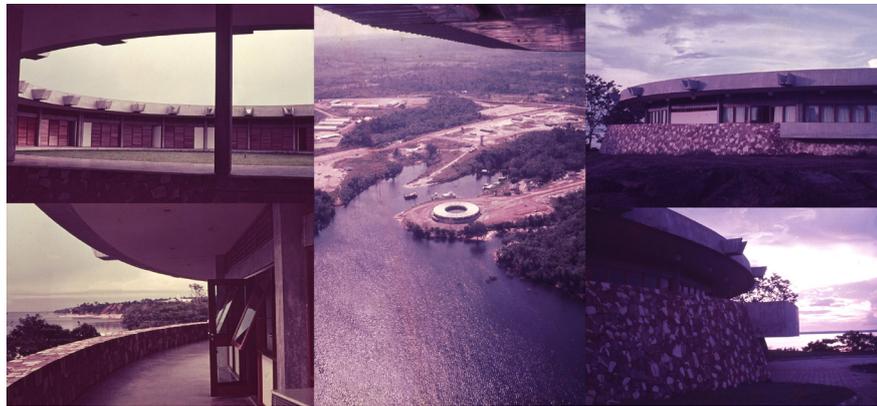
FIGURA 7- Residência na Rua Recife, 1435

Fonte: Acervo pessoal do arquiteto

**DNPVN**

O Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis é uma obra pela qual Severiano possuía muito apreço. Situado próximo à Ponta Negra, em Manaus, o complexo conta uma escola, residências e um edifício de alojamentos. A sede é objeto de destaque deste projeto e, através de seu formato circular, possui vista panorâmica para o Rio Negro.

Construído em estrutura de concreto, o edifício possui esquadrias de madeira e venezianas para estimular a circulação de ar em seu interior. O beiral, que se estende por toda a construção, é largo, formando varandas que aproveitam a vista deslumbrante. O muro que resguarda o edifício é revestido de Pedra de Moura, uma pedra avermelhada proveniente da região da Amazônia.

FIGURA 8- Departamento  
Nacional de Portos e Vias  
NavegáveisFonte: Acervo pessoal do  
arquiteto**Loja da Varig**

Este projeto foi citado para demonstrar as diversas formas de atuação de Severiano na arquitetura. Alocado em um edifício histórico, a obra faz um retrofit de sua fachada principal, modernizando a área interna e transformando-a em um ambiente Severiano. A referência do sombreamento da mata se reproduz em seu interior, escurinho e com muita madeira.

Os desenhos de mobiliário e layout interno possuem a linguagem do arquiteto, que se preocupou, inclusive, com a escolha das luminárias para uma perfeita iluminação.

FIGURA 9- Loja da Varig

Fonte: Acervo pessoal do  
arquiteto

### Balbina

O Centro de Proteção Ambiental de Balbina foi feito próximo à hidrelétrica e utilizou as madeiras provenientes do desmatamento do local para sua construção. Neste projeto, Severiano foi adaptando a estrutura às peças de madeira e bolou alguns encaixes na própria obra.

A cobertura do edifício, feita em cavaco (casca de árvore) foi produzida no próprio local, a partir de uma pequena fábrica montada com esse intuito.

FIGURA 10- Departamento  
Nacional de Portos e Vias  
NavegáveisFonte: Acervo pessoal do  
arquiteto

### Chapéu de Palha

O Restaurante Chapéu de Palha foi construído logo que Severiano se mudou para Manaus e já adotou uma solução bastante inovadora. Estruturado sobre pilares de madeira, utilizou a palha Buçu para confeccionar sua cobertura.

A arquitetura Severiana, ainda em adaptação no ambiente amazônico, contou com soluções criadas pelo arquiteto em conjunto com os caboclos, para resolver situações na estrutura de madeira do edifício. O pião central, que apoia os pilares da cobertura do projeto, fora uma solução pensada em conjunto e durante o processo da obra.

FIGURA 11- Restaurante  
Chapéu de Palha

Fonte: Acervo pessoal do  
arquiteto



## Referências

ABRAHIM, Roger. **O lugar da adequação em Severiano Porto: A aldeia SOS Amazonas**. Redo/Udua: Manaus, 2014.

BARATTO, Romulo. **Em foco: Severiano Porto**. Disponível em <[www.archdaily.com.br/01-177767/feliz-aniversario-severiano-porto](http://www.archdaily.com.br/01-177767/feliz-aniversario-severiano-porto)> Acesso em março/2016.

DISCUTINDO A ARQUITETURA. **Modernismo**. Disponível em <discutindoarquitetura.wordpress.com/modernismo1/> Acesso em março/2016.

HISTORIA DO BRASILNET. **Getúlio Vargas: Era Vargas**. Disponível em <www.historia-dobrasil.net/getuliovargas/> Acesso em março/2016.

LEE, Kyung Mi. **Severiano Mário Porto: A produção do espaço na Amazônia**. São Paulo, Dissertação de Mestrado, FAUUSP, 1998.

LIMA, Mirian Keiko I. R. **O lugar da adequação em Severiano Porto: Aldeia SOS do Amazonas**. Dissertação (Mestrado em Teoria e Projeto) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

PORTO, Severiano. **Entrevista concedida para a TV-UFAM**. Amazonas, 2004

ROVO, Miriam Keiko Ito; OLIVEIRA, Beatriz. **Por um regionalismo eco-eficiente: a obra de Severiano Mário Porto no Amazonas**. Disponível em <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/04.047/594> Acesso em março/2016.

SOUZA, S. **À frente de seu Tempo**. Disponível em <acritica.uol.com.br/especiais/legados-Severiano-Mario-Porto\_0\_1525647473.html>. Acesso em março/2016.

#### RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E DIREITOS AUTORAIS

A responsabilidade da correção normativa e gramatical do texto é de inteira responsabilidade do autor. As opiniões pessoais emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade, tendo cabido aos pareceristas julgar o mérito e a qualidade das temáticas abordadas. Todos os artigos possuem imagens cujos direitos de publicidade e veiculação estão sob responsabilidade de gerência do autor, salvo o direito de veiculação de imagens públicas com mais de 70 anos de divulgação, isentas de reivindicação de direitos de acordo com art. 44 da Lei do Direito Autoral/1998: “O prazo de proteção aos direitos patrimoniais sobre obras audiovisuais e fotográficas será de setenta anos, a contar de 1º de janeiro do ano subsequente ao de sua divulgação”.

O CADERNOS PROARQ (issn 1679-7604) é um periódico científico sem fins lucrativos que tem o objetivo de contribuir com a construção do conhecimento nas áreas de Arquitetura e Urbanismo e afins, constituindo-se uma fonte de pesquisa acadêmica. Por não serem vendidos e permanecerem disponíveis de forma *online* a todos os pesquisadores interessados, os artigos devem ser sempre referenciados adequadamente, de modo a não infringir com a Lei de Direitos Autorais.

CADERNOS  
**PROARQ 26**

PAULA CARNEIRO PORTO

## Severiano Porto, the architect [that] allies

*Severiano Porto, o arquiteto [que] integra*

**Paula Carneiro Porto**

Architect and Urban Planner graduated from UFF in 2014, post-graduated in Strategic Design at ESPM in 2016. Granddaughter and spokesperson of Severiano Mário Porto.

**[paulaporto.arq@gmail.com](mailto:paulaporto.arq@gmail.com)**

## Severiano Porto, the architect [that] allies<sup>1</sup>

***“Use whatever you want, but look around you and live with it. Architecture needs to live with the environment.”<sup>2</sup>***

Severiano Mário Porto is considered one of the exponent professionals of the Brazilian architecture and he is nationally and internationally recognized for his works, especially the ones in Amazon, state of Brazil. Author of almost 300 projects, from familiar residences up to big public buildings, the architect is known by the use of regional materials and techniques for the production of an architecture completely allied and adapted with the environment in which it is inserted.

Through the 36 years in which he lived in Manaus, Severiano actively took part in the creation of the identity of this city. His projects, designed through a holistic posture, ally modern rationalism with vernacular building, considering climatic, geographic and cultural variables, including restrictions over the availability of materials and labor.

Therefore, Severiano’s architecture inspires originality and breaks with the formal preliminary concepts that came from the Brazilian modernism and neoclassicism imported in the Belle Époque. Using wood and building techniques from the Caboclos, Severiano starts an Amazonian architecture, integrated with the environment and that pays attention to the particular needs of each project.

## Timeline

### 1930

Severiano Mario Porto is born in Uberlândia, Minas Gerais, February 19th.

### 1935

He moves with his parents and sister to Brazil’s capital at that time, Rio de Janeiro.

### 1954

He finishes college at University of Brazil - Architecture National College.  
He works over 11 years at Ary C. R. Brito construction company.

### 1964

He is invited for the Project at Manaus Legislative Assembly (not executed).

### 1965

Amazon Telecommunication Company - CAMTEL.  
Honorable mention at IAB in the Project of Vivaldo Lima Stadium (category B-6).

### 1966

He moves with his family to Manaus, building his first residence in Cafundó.

<sup>1</sup> IAB’s adhesive that Severiano Porto used to take in his car with the sentence: “Nature creates, the architect changes”. He crossed the word “changes” and wrote “allies”.

<sup>2</sup> Quote from the architect.

**1967**

Straw Hat restaurant (Chapéu de Palha), awarded by IAB.

**1968**

Beginning of the society with Mario Emílio Ribeiro (n. 1930), friend from college and responsible for Rio de Janeiro's office. His work was to detail the architect's works (up to 1989).

**1970**

National Department of Ports and Navigable Ways – NDPNW (DNPVN).

National Institute of Researches in Amazon – NIRA (INPA).

**1971**

SUFRAMA (awarded by IAB in 1974).

He moves with his family to the residence at 1435 Recife street, in Manaus (awarded by IAB).

**1972**

He begins his activities as a professor at Amazon University.

COSAMA's water tanks, awarded by IAB.

**1973**

Amazon Federal University campus – UFAM.

Supply Center – CEASA.

**1974**

Amazon Bank – BASA.

Sesi Integrated Center.

**1975**

Amazon Civil Courts and Criminal and Juvenile Court.

**1976**

Park Solimões Housing Complex.

Amazon Center of Physical Education and Sports – Olympic Center.

**1977**

He takes up the position of president of the Amazon Department – National Institute of Brazilian Architects (up to 1980).

Amazon Regional Electoral Court.

**1978**

Residence of Sir Robert Schuster, awarded by IAB.

**1979**

Hunting and Fishing Inn (Pousada Caça e Pesca), in Silves island, awarded by IAB in 1982.

Housing complex of Japan's consulate.

**1982**

Residence of Sir Alexandre Ale dos Santos.

VASP Agency.

**1985**

Award Universidad de Buenos Aires, Architecture Biennial of Buenos Aires, Argentina.

Environmental Protection Center of Balbina, in Presidente Figueiredo, Amazon.

**1986**

Personality Of The Year award, by Rio de Janeiro – IAB.

**1987**

Elected Man Of The Year by the French magazine L'Architecture d'Aujourd'hui.

**1989**

Residence of Sir Orsine de Oliveira, in Ponta Negra, Manaus.

**1992**

Culture Sport Recreation Park Ponta Negra – Urbanization Project of Ponta Negra's beach.

**1994**

Amazon SOS Indian Village.

**1995**

SUFRAMA restoration.

**1999**

Award Architect Lúcio Costa, for his masterpieces in the Brazilian Architecture.

**2003**

He moves back to Niterói, Rio de Janeiro.

Professor "Honoris Causa" by UFRJ.

**2008**

Honorary Title, by CREA-AM.

**2011**

Remark of Honorary Professor, by UFAM.

**2013**

Medal Ruy Araújo, by Amazon Legislative Assembly.

## Building Amazonian Architecture

Manaus, 1965. A small town amid the vastness of the Amazon rainforest. The climate is warm, heavy and humid. The rivers overflow like hot tea and even the rain has right time to come. And the scale? Oh, that scale! Giant nature, full of mysteries to be revealed. And the man? The man reinvents, adapts and changes himself. He lives in perfect harmony with the rest.

IMAGE 1 – Riverside houses.

Source: architect's personal collection.



Severiano's architecture comes from the concern that the Amazonian environment - so rich and stimulating - caused to his spirit. Arriving at a city that appeared amid the forest and the riverside awoke inside him passion and curiosity, necessary feelings to change his paradigms and transform his way of seeing and making architecture.

Severiano, son of not so traditional educators, was in contact with the arts since he was a kid, being influenced by the cultural changes of Rio de Janeiro, where he lived up to his youth. At that time, Vargas' <sup>3</sup> Period's Nationalism and the growing adhesion to the movement<sup>4</sup> expanded the search for the Brazilian essence, led by Tarsila do Amaral<sup>5</sup> and Mário de Andrade<sup>6</sup>

In this scenario, Severiano arrived at Amazon. In the process of the search for the Brazilian feeling, he took out from that environment his vernacular essence and allied it with the modern rationalism of his education. The result was the creation of an architecture with a strong cultural value, whose language both established an intimate dialogue with the environment and communicated to the world the singularity and magnificence of that place.

The city of Manaus, which was preparing to receive a free zone, was undergoing major transformations. The expansion of its urban area had investments for the construction of an industrial hub of domestic and foreign companies. Thus, there was a growing demand for architectural projects as opposed to limited availability of qualified professionals.

Severiano then embraced a wide range of projects, allowing himself to experience many constructive solutions. Joining its accumulated experience in execution and supervision of works (the result of the time he worked in Rio de Janeiro) to the way of construction of Caboclo people, it established a regional architecture that broke with the social prejudices derived from an inspired lifestyle in Europe.

<sup>3</sup> Vargas' period (1930-1945), when Getúlio Vargas governed Brazil in a nationalist and populist dictatorship.

<sup>4</sup> Beginning in 1922 in the Modern Art Week, Modernism is a movement of disruption with the traditionalism, aesthetic freedom, ongoing experimentation and cultural Independence of Brazil.

<sup>5</sup> Tarsila do Amaral (1886-1973) was a Brazilian painter and designer. She was one of the most important characters in the Modern movement.

<sup>6</sup> Mário de Andrade (1893-1945) was a writer and one of the pioneers of the modern poetry.

As an example of this disruption, we have the design of his first residence in the city. The house in Cafundó reflects his search for a new way of relating to nature. The proximity to a bath and insertion through the Amazon forest, did not cause more strangeness than the use of wood as a noble material. But the architect's daring raised praise, starting the awareness of that society in relation to the Amazonian environment.

***“We lived in Amazonas Hotel for 3 months until dad finished building our house. It was all made of wooden grooves, what turned the process faster. Nobody understood his decision of living in a bath. At that time, people thought man lived in the city.”***  
(PORTO FILHO, Mário, 2015)

IMAGE 2 – House of the architect, Cafundó.

Source: architect's personal collection.



Gradually, its architecture gained visibility, and wood and straw, status. The use of local hand labor is a major enabler of the process, since the native people had better understanding of the features and management of regional materials. The extraction was done consciously, always avoiding waste and encouraging reuse. But this is just one of the reasons is considered a sustainable architect.

Another characteristic often present in his architecture is the environmental comfort. His works solve issues such as insulation, orientation relative to the wind, lighting and plant mass management so efficiently that often have a thermal sensation far below the outside one. The construction details, such as making their own window frames with movable shutters, allow the use of natural ventilation and sunlight, reducing energy consumption in its buildings.

Severiano was so meticulous about the perfect execution of his works that he was involved in all projective steps. Since the beginning of the design of the architectural object, he positioned himself as a conductor, leading the entire process until the completion of its construction. They say, indeed, that he even checked the ironwork of the concrete pillars. Everything should be as specified and by his way. This is Severiano's process.

## Severiano's process of Research

*"I think that more important than showing the final work it is to show the evolutionary process and the way of thinking about it."*<sup>7</sup>

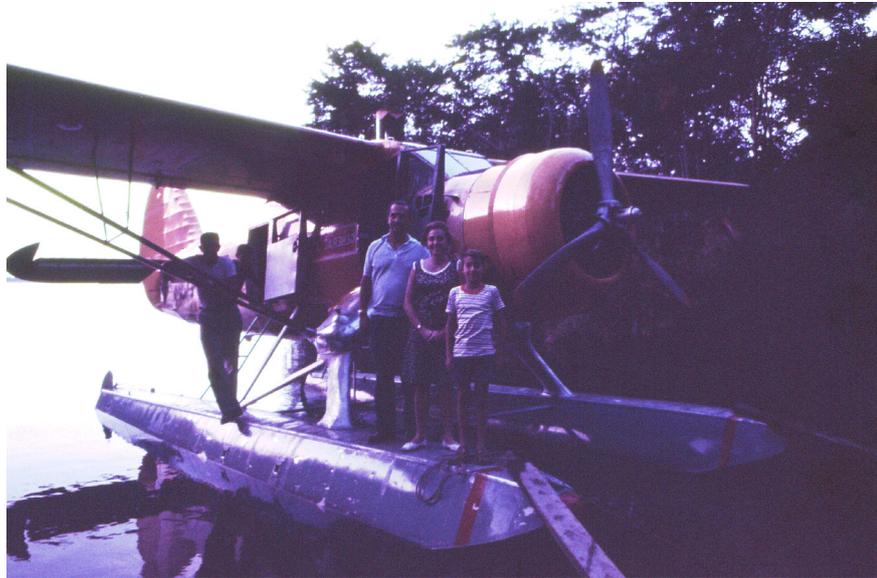
*"The project is a step of the work. In the beginning, you see the ground, study the program, talk to the client, see the contract, and start to study and research in a logical sequence. At the end, you see the solutions, because you start to have a critical view over the things you see, of the right things, of the good things."*<sup>8</sup>

The dedication and seriousness with which Severiano faced each one of his works reflected in the quality of the results achieved by the architect. Its designing methodology presents points that reflect the extent of his perceptive capacity, extremely sensitive and open to external influences. The different languages adopted in his projects expose a versatile approach, however critical of the integrity and firmness of the architectural party.

When starting a project, Severiano also initiated a search process. He assessed issues related to the ground, as guidance in relation to the wind, rain and sun, its urban and environmental integration and local pre-existences. Then, the architect went in search of references, establishing contact with different interest groups and often traveling to other states and countries.

IMAGE 3 – Picture taken in Borel, during one of the trips with his son Mario to the countryside. The single-engine, which belonged to an English missionary, was used by the architect to some researches in TELAMAZON's projects.

Source: architect's personal collection.



This is probably one of the points that differ from his architecture from the other ones. When entering humbly in the particular universe of each architectural program, he establishes a formal collection of resources for the same issue and, talking to real

<sup>7</sup> Severiano Porto, in a interview for TV-UFAM, in 2004.

<sup>8</sup> Severiano Porto, in an interview for TV-UFAM, in 2004.

users of the projects, he deepens and broadens the scope of his program needs. This way, he expands his perception about the theme discussed in the project, turning the architectural solution a result of a set of complementary views on the same subject, and adopting a more assertive stance toward the designing act.

## Severiano's act of Designing

The complexity with which he faced the creation of a program of needs is reflected in the constructed object, dispensing free formalities, while maintaining the poetic in favor of a deep and coherent concept. The usability is seen as a priority and the choice of materials and techniques reinforce the architectural approach adopted.

Let us take for example SUFRAMA's headquarters project. In this work, Severiano opted for a concrete structure, based on the opportunity that his building would have to announce to the world that Manaus Free Zone was a serious and stable project. Wood, being a structure considered mild and biodegradable, could not play this role as well as concrete, sturdy, solid and lasting. He adopted then, a pre-shaped structure, which could be reproduced in case of expanding it, as well as internal divisions adaptable to different uses and needs.

IMAGE 4 - SUFRAMA – Before and after the reform.

Source: architect's personal collection.



SUFRAMA was created in 1971 and after a fire, it was rebuilt in 1995. In this reform, there were added vertical louvers that already were there in the initial project.

The peculiarities of the Amazon ecosystem were another determining factor in choosing a constructive model. The hot and humid environment, and the regime of concentrated rainfall in six months of the year, created needs of different construction techniques that would become a benchmark in adaptability to the environment and environmental comfort.

The project of the Federal University of Amazonas, UFAM, was thought to adapt to this rainfall. Executed in 1973, it had its inception in metal structure, which allowed the construction in a fast and independent way of the building coverage. This way, there was more time to build the inside, protected from the weather.



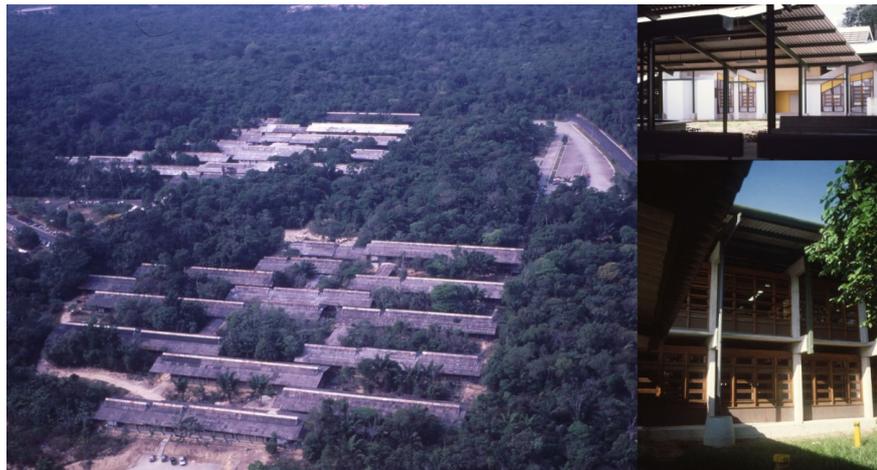
IMAGE 5 - UFAM: building process.

Source: architect's personal collection.

Moreover, this project has environmental comfort solutions that become reference in terms of adaptability to the environment. Inserted in the Amazon forest, the work embraces the forest, inviting it to enter the building retreats. Their coatings - detached from the construction -, have different levels, allowing gaps to the exit of hot air and indirect entry of natural light.

IMAGE 6 - UFAM: building process.

Source: architect's personal collection.



We can conclude that the beginning of Severiano's design process has a long period of immersion, in which many factors are explored, related to the theme and design of the building. Their values and ideals are transmitted to each work, taking an ethical stance in constructive act. Thus, Severiano's architecture assumes and perspires the personality of its creator.

## Severiano – The Master

*“When I taught, I’ve always tried to make the student think about architecture. They made sketches (...), but they did not develop or detail them, which was not the case. I wanted them to understand why, tomorrow, they would have to know how to read a floor plan in their own building. Then, we always talked about the part of the urban plan, everything based on much talking.”<sup>9</sup>*

<sup>9</sup> Severiano Porto, in an interview for TV-UFAM, in 2004

Inspired by the passion and dedication of his parents for teaching, Severiano began his career as a professor at the University of Amazonas in 1972. For the architect, this part was essential in his work and brought to him many honors, being chosen as a patron of many classes.

The architect treated his students as trainees, taking a tutor position and being responsible for putting them in touch with the reality of the profession. Trips, visits to the work and fieldwork were very common in their classes, which followed the motto of “it is making that you learn.”

Moreover, Severiano was very critical of the university teaching way. He believed that the theory should be taught from the practice and that without work there is no project.

*“I mean... You see the how the architect is distant from the people, isn't he? It is because the college is even more distant. It does not teach us to be an architect considering the reality of our country. It teaches us to be that trend architect, who knows proportions, perspectives, but does not work with technology, with the process of making it, with many different situations and materials that we have to work with and with the options of building processes.”<sup>10</sup>*

## Some other works

*“ARCHITECTURE is a group of factors that intertwine and group themselves according to the needs of a program, physical conditions of an area, resources of the region, ecological conditions, technology of that time, financial resources and others. Everything in order, changing a space in volume, in a sensitive, logic, technical and beautiful way.”<sup>11</sup>*

### Residence at 1435 Recife street

The aesthetic of Severiano's Works has some peculiar characteristics. Besides the strength that the materials revealed the architecture trend, his projects assume darker tones as a way of reducing heat and work with zenith lighting.

We can observe that in the Project of his own residence, the house at Recife Street, awarded by IAB in 1971. The making of his own window frames, often using the yellow glass, gives the room a cozy aesthetic, allowing ventilation and natural lighting.

The receptivity of this project by Manaus people was pretty curious. While it was being built, people were astonished when looking at it and reacted to the enormous wooden pillars. They used to say “What an exaggeration!”. As far as the shape of the house was being built, the astonishing reactions were reducing. At the end, people looked at it not anymore criticizing it, but approving it. The result was really impressive.

<sup>10</sup> Severiano Porto, in an interview for TV-UFAM, in 2004.

<sup>11</sup> Severiano Porto, in an article about architecture, 1976.



FIGURA 7- Residência na Rua Recife, 1435

Fonte: Acervo pessoal do arquiteto

**NDPNW (DNPVN)**

The National Department of Ports and Navigable Ways is a work that Severiano liked a lot. It is next to Ponta Negra, in Manaus. The complex has a school, houses and an accommodation building. The headquarters is a place to be highlighted in this project and, due to its circular shape, has a panoramic view of the Black River (Rio Negro).

Built in concrete structure, the building has wooden window frames and shutters to stimulate air circulation inside. The edge, extended throughout the building, is wide, creating balconies to enjoy the stunning view. The wall that protects the building is coated with Moura stone, a reddish stone from the Amazon region.

IMAGE 8 - National Department  
of Ports and Navigable Ways.Source: architect's personal  
collection.**Varig's store**

This project was mentioned to show the different Architecture's spheres in which Severiano worked. Inside a historic building, this work makes a retrofit of its main façade, modernizing the internal area and changing it to be a Severiano place. The reference of the forest shadowing is reproduced inside, with a dim light and a lot of wood.

The furniture designs and interior layout have the language of architect, who was worried even with the choice of lamps, in order to have a perfect illumination.

IMAGE 9 – Varig’s store.

Source: architect’s personal collection.



### Balbina

Balbina’s Environmental Protection Center was built next to the hydroelectric and the wood used for building it came from the local deforestation. In this project, Severiano adapted the structure to the wood pieces and created some other adaptations during the process of building it.

The roof of the building, made with tree barks, was produced there, coming from a small factory created with this objective.

IMAGE 10 - National Department of Ports and Navigable Ways.

Source: architect’s personal collection.



### Straw Hat (Chapéu de Palha)

The restaurant Straw Hat (Chapéu de Palha) was built as soon that Severiano moved to Manaus and he adopted an innovative solution. Structured on wooden pillars, he used straw Buçu to create its roof.

Severiano's architecture still being adapted in the Amazonian environment, had solutions created by the architect with the Caboclos, in order to solve situations over the wooden structures of the building. The central pivot, which supports the pillars of the roof, was a solution thought with them during the building process.



IMAGE 10 – Straw Hat  
restaurant

Source: architect's personal  
collection.

## References

ABRAHIM, Roger. **O lugar da adequação em Severiano Porto: A aldeia SOS Amazonas**. Redo/Udua: Manaus, 2014.

BARATTO, Romulo. **Em foco: Severiano Porto**. <[www.archdaily.com.br/br/01-177767/feliz-aniversario-severiano-porto](http://www.archdaily.com.br/br/01-177767/feliz-aniversario-severiano-porto)> Accessed March, 2016.

DISCUTINDO A ARQUITETURA. **Modernismo**. Disponível em <discutindoarquitetura.wordpress.com/modernismo1/> Acesso em março/2016.

HISTORIA DO BRASILNET. **Getúlio Vargas: Era Vargas**. Disponível em <www.historia-dobrasil.net/getulio Vargas/> Acesso em março/2016.

LEE, Kyung Mi. **Severiano Mário Porto: A produção do espaço na Amazônia**. São Paulo, Dissertação de Mestrado, FAUUSP, 1998.

LIMA, Mirian Keiko I. R. **O lugar da adequação em Severiano Porto: Aldeia SOS do Amazonas**. Dissertação (Mestrado em Teoria e Projeto) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

PORTO, Severiano. **Entrevista concedida para a TV-UFAM**. Amazonas, 2004

ROVO, Miriam Keiko Ito; OLIVEIRA, Beatriz. **Por um regionalismo eco-eficiente: a obra de Severiano Mário Porto no Amazonas**. Disponível em <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/04.047/594> Acesso em março/2016.

SOUZA, S. **À frente de seu Tempo**. Disponível em <acritica.uol.com.br/especiais/legados-Severiano-Mario-Porto\_0\_1525647473.html>. Acesso em março/2016.

#### RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E DIREITOS AUTORAIS

A responsabilidade da correção normativa e gramatical do texto é de inteira responsabilidade do autor. As opiniões pessoais emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade, tendo cabido aos pareceristas julgar o mérito e a qualidade das temáticas abordadas. Todos os artigos possuem imagens cujos direitos de publicidade e veiculação estão sob responsabilidade de gerência do autor, salvo guardado o direito de veiculação de imagens públicas com mais de 70 anos de divulgação, isentas de reivindicação de direitos de acordo com art. 44 da Lei do Direito Autoral/1998: “O prazo de proteção aos direitos patrimoniais sobre obras audiovisuais e fotográficas será de setenta anos, a contar de 1º de janeiro do ano subsequente ao de sua divulgação”.

O CADERNOS PROARQ (issn 1679-7604) é um periódico científico sem fins lucrativos que tem o objetivo de contribuir com a construção do conhecimento nas áreas de Arquitetura e Urbanismo e afins, constituindo-se uma fonte de pesquisa acadêmica. Por não serem vendidos e permanecerem disponíveis de forma *online* a todos os pesquisadores interessados, os artigos devem ser sempre referenciados adequadamente, de modo a não infringir com a Lei de Direitos Autorais.

MÔNICA SANTOS SALGADO, MARCO AURÉLIO BITTENCOURT CUNHA E CAROLINA MENDONÇA DA SILVA

## Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina: uma discussão sobre as certificações ambientais para as edificações

*Hidropower Balbina Protection Environmental Center: a discussion around green building rating Systems*

## Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina: uma discussão sobre as certificações ambientais para as edificações

*Hidropower Balbina Protection Environmental Center: a discussion around green building rating Systems*

### **Mônica Santos Salgado**

Graduação em Arquitetura FAU/UFRJ (1986), mestrado em Arquitetura PROARQ/FAU/UFRJ (1992), doutorado em Engenharia de Produção COPPE/UFRJ (1996), pós-doutorado pela École Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse em gestão de projetos sustentáveis (2010), Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho POLI/UFRJ (2002), Especialização em Gestão Ambiental PNUMA/POLI/UFRJ (2005). Por 12 anos foi professora da Engenharia Civil da POLI/UFRJ e atuou na Coordenação do Curso. Desde 2005 é Professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFRJ, tendo recentemente se tornado Professora Titular e Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Arquitetura. Coordena o GEPARQ - Grupo de Pesquisa Gestão de Projetos em Arquitetura.

*Architect from FAU / UFRJ (1986), Master in Architecture by PROARQ / FAU / UFRJ (1992), PhD in Production Engineering / COPPE / UFRJ (1996), post-doctorate from the Ecole Nationale Supérieure d'Architecture Toulouse in Management sustainable projects (2010), Specialization in Safety Engineering from POLI / UFRJ (2002), Specialization in Environmental Management by UNEP / POLI / UFRJ (2005). For 12 years she was Professor and Coordinator of the Civil Engineering Undergraduated course from POLI / UFRJ. Since 2005 she is a Professor at the Faculty of Architecture and Urban Planning at UFRJ, having recently become Coordinator of the PostGraduate Program in Architecture. She also coordinates the GEPARQ - Research Group Architecture Project Management.*

[www.proarq.fau.ufrj.br/pesquisa/geparq](http://www.proarq.fau.ufrj.br/pesquisa/geparq)

### **Marco Aurélio Bittencourt Cunha**

Aluno do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFRJ. Possui curso-tecnico-profissionalizante (2008) e ensino-médio-segundo-grau (2007) pelo Instituto Federal Fluminense (2008). Atuou como Bolsista de Iniciação Científica na FAU UFRJ.

*Undergraduate student in Architecture and Urban Planning at UFRJ. He has technical and professionalizing formation (2008) and education-medium-second-degree from the Federal Fluminense Institute (2007) and education-medium-second-degree by the Federal Fluminense Institute (2007). He was Scientific Initiation Scholarship student at FAU UFRJ.*

[marco.aureliobc@hotmail.com](mailto:marco.aureliobc@hotmail.com)

### **Carolina Mendonça da Silva**

Aluna do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFRJ. Atuou como Bolsista de Iniciação Científica na FAU UFRJ.

*Undergraduated Student in Architecture and Urban Planning at UFRJ. She was Scientific Initiation Scholarship student at FAU UFRJ.UFRJ.*

[carolina.donca@gmail.com](mailto:carolina.donca@gmail.com)

## Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina: uma discussão sobre as certificações ambientais para as edificações

*Hidropower Balbina Protection Environmental Center: a discussion around green building rating Systems*

### Resumo

A arquitetura brasileira revela soluções e projetos que se diferenciam pela qualidade ambiental muito antes da discussão sobre as certificações. Entre esses projetos, tem destaque o Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina, localizado em Presidente Figueiredo (Amazonas). Entretanto, a adoção pelo mercado da construção civil brasileiro, das certificações ambientais (selos verdes) tem resultado numa distorção no desenvolvimento de projetos. Observa-se a incorporação de soluções que possam garantir “pontos” na avaliação da edificação, em detrimento da discussão e decisão por soluções que possam resultar no melhor desempenho global do ambiente construído. Portanto, é necessário discutir de que forma deve-se realizar a gestão do processo de projeto para produção de edificações com alta qualidade ambiental. Nesse sentido, considerando a significância dessa obra premiada, de autoria do arquiteto Severiano Mario Porto, realizou-se a pesquisa que teve como objetivo confrontar as características do conjunto edificado com os requisitos ambientais propostos pela certificação AQUA-HQE. A investigação incluiu a construção do modelo BIM do referido projeto e a análise ambiental do conjunto. Os resultados obtidos indicam que, mesmo em estado de abandono e já com partes degradadas, o projeto ainda apresenta aspectos com potencial para atender satisfatoriamente a maioria dos requisitos ambientais definidos pelo método de avaliação, indicando seu potencial para receber a referida certificação. Entende-se que a busca pela qualidade ambiental nas edificações não deve se pautar pelas regras definidas pelos sistemas de certificação. A lição deixada pelo arquiteto evidencia a importância da valorização das técnicas de concepção e execução, que, harmonizadas no projeto, levarão naturalmente à soluções com alta qualidade ambiental.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Certificações ambientais. Qualidade do projeto. Gestão de projetos.

### Abstract

*Brazilian architecture reveals solutions and projects with differing environmental quality long before the discussion of the certifications. Among those projects, it should be highlighted the Hidropower Balbina Environmental Protection Center, located in Presidente Figueiredo (Amazonas). However, the adoption by the Brazilian construction market, of green buildings rating systems is provoking a distortion in the development of projects. The incorporation of solutions that can ensure “points” in to rate environmentally the building, is occurring without the discussion about the impact of those solutions on the overall performance of the built environment. So, it is imperative to discuss the design management process strategies for producing buildings with high environmental quality. In this sense, considering the significance of this award-winning work, authored by Severiano Mario Porto architect, this research aimed to confront the assembly features of the building with environmental requirements proposed by AQUA-HQE certification. The research includes the construction of the BIM model and the environmental analysis of the whole. Results indicate even in a state of abandonment and already degraded parts, the project also has the potential to meet satisfactorily most of the environmental requirements set by the assessment method, indicating its potential to receive such certification. So the search for environmental quality in buildings should not be governed by the rules set by certification systems. The lesson left by the architect highlights the importance of using the best techniques of design and implementation, which, harmonized through the project, will lead naturally to solutions with high environmental quality.*

**Keywords:** Sustainability. Environmental certifications. Design quality. Design management.

## Introdução

A discussão sobre a qualidade ambiental das edificações tem levado ao resgate das soluções de projeto que considerem a integração com o meio ambiente. No Brasil, os requisitos ambientais propostos pelas certificações LEED (norte-americana) e AQUA-HQE (adaptação do método Frances HQE) sensibilizaram os profissionais e são consideradas como fator que agrega valor ao empreendimento.

Carvalho e Sposto (2012) destacam que o desenvolvimento de metodologias e ferramentas capazes de avaliar a sustentabilidade, ora certificando, ora apoiando medidas que levem a construções mais sustentáveis, está em desenvolvimento dinâmico e acelerado em várias partes do mundo, como nos Estados Unidos, Inglaterra, Canadá, França, Portugal, Japão, África do Sul e Brasil, entre outros, forçando mudanças rápidas do segmento no que diz respeito aos impactos ambientais, sociais e econômicos gerados.

As metodologias de avaliação levam à reflexão sobre o tema, promovendo a discussão sobre sustentabilidade ambiental na produção de edifícios. Como dizia Cole (2005, tradução nossa) a necessidade de desenvolver métodos de deliberação e tomada de decisões que envolvem ativamente os interesses relevantes das partes interessadas, se tornará cada vez mais importante para infundir as considerações de sustentabilidade como parte integrante na conduta e prática do dia-a-dia.

Entretanto, questiona-se o papel das certificações na validação da qualidade ambiental das edificações, uma vez que alguns métodos propõem a avaliação de apenas alguns aspectos ambientais, sem considerar a questão de forma integral.

Paralelamente, o estudo da história da arquitetura brasileira revela soluções que se destacam pela preocupação com o meio ambiente, com destaque para a obra do arquiteto Severiano Mario Porto, que em 2015 completou 85 anos. O trabalho deste arquiteto se sobressai pelas soluções que buscam a integração da edificação com o entorno e o aproveitamento das melhores condições ambientais ofertadas pelo sítio.

Entre as obras desse importante arquiteto, destaca-se o conjunto do Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina, construído por iniciativa da ELETRO-NORTE entre as ações compensatórias pelos impactos ambientais provocados pela construção da Hidrelétrica. Entretanto, apesar da relevância dessa obra, o conjunto encontra-se atualmente abandonado e se deteriorando rapidamente.

Dessa forma, reconhecendo a importância dessa obra, realizou-se a presente pesquisa que teve como objetivo estudar as características projetuais do conjunto, confrontando seu desempenho com os requisitos propostos pela certificação AQUA-HQE (Alta Qualidade Ambiental).

A investigação objetivou também identificar as possibilidades oferecidas pela plataforma BIM na avaliação do desempenho ambiental, e rediscutir o papel das certificações ambientais na formação do profissional de arquitetura.

## Sobre a avaliação da qualidade ambiental das edificações

Embora a discussão sobre qualidade ambiental das edificações tenha se intensificado nos últimos anos, a preocupação e as discussões sobre o tema remontam à década de 1970 do século passado, quando foi divulgado o Relatório Brundtland (1987) que difundiu o conceito de desenvolvimento sustentável.

Apenas em 1999 a indústria da construção civil recebeu um documento específico, intitulado: *Agenda 21 para a Construção Sustentável* que considerou as práticas de construção adotadas nos países europeus. Resultado de um trabalho iniciado em 1995, o documento apresenta os principais desafios a serem enfrentados, tais como (CIB, 1999, tradução nossa):

buscar o consenso em torno do que se deseja em relação à construção sustentável, de forma a permitir a comunicação e o entendimento sobre o tema;

garantir a participação de todos (interessados atuais e futuros) na busca das melhores soluções;

desenvolver métodos de avaliação que possam estabelecer referências que permitam o acompanhamento do progresso do setor da construção civil;

incentivar a educação ambiental junto aos profissionais envolvidos no processo de construção.

Em 2002 foi produzido outro documento, dessa vez considerando características específicas das nações em desenvolvimento. A *Agenda 21 para a Construção Sustentável nas Nações em Desenvolvimento* destaca a necessidade de uma radical transformação organizacional nas empresas do setor, envolvendo questões relacionadas às características das edificações a serem produzidas, à gestão do processo de projeto e ao setor da construção civil como um todo. No que se refere especificamente às características da edificação, a Agenda 21 destaca a necessidade de se estabelecer padrões para a melhoria da qualidade ambiental das construções. (CIB, 2002, tradução nossa)

Paralelamente às discussões que levaram à produção desses documentos, nações de todo o mundo passaram a discutir métodos que pudessem auxiliar a incorporação dos requisitos de desempenho ambiental no desenvolvimento dos projetos.

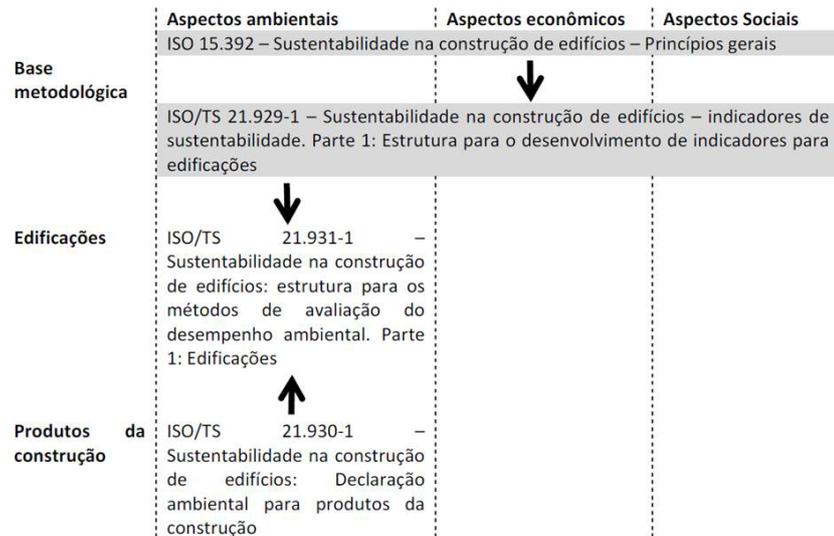
Embora apresentem variações relacionadas às características de cada região, as certificações ambientais para as edificações apresentam um conjunto de requisitos em comum. Esses requisitos estão apresentados na norma internacional ISO 21929-1 (atualmente na versão 2011), desdobramento da norma ISO 15392, que apresenta indicadores para a avaliação da sustentabilidade na construção de edifícios.

Nesta mesma temática, a norma ISO/TS 21.931-1 identifica e descreve questões a serem consideradas no desenvolvimento e utilização de métodos de avaliação do desempenho ambiental dos edifícios novos ou já existentes, relacionados com a sua concepção, construção, operação, manutenção e remodelação, e nos estágios desconstrução. (ISO/TS 21.931-1, tradução nossa). Portanto, as duas normas estão inter-relacionadas e devem ser consultadas em conjunto, dada sua complementaridade. A figura 1 indica a evolução das normas internacionais sobre o tema.

Uma das pioneiras na pesquisa sobre o tema, Silva (2007) destacou que os indicadores de sustentabilidade têm como objetivo capturar tendências para informar os agentes de decisão, orientar o desenvolvimento e o monitoramento de políticas e estratégias, e facilitar o relato das medidas adotadas para a implementação do desenvolvimento sustentável. A autora complementa lembrando que o estabelecimento de metodologias de avaliação de sustentabilidade pressupõe a utilização de indicadores confiáveis, representativos, comparáveis e rastreáveis.

FIGURA 1- Conjunto de normas internacionais relacionadas à sustentabilidade em edifícios e obras de construção

Fonte: Adaptado de ISO 21929-1/2011 tradução nossa



Para efetivamente compreender a abrangência das metodologias de avaliação da qualidade ambiental, e compreender a abrangência da certificação obtida pela edificação, é necessário conhecer as características do método e os indicadores adotados na avaliação. Ou seja, é necessário identificar:

- a estrutura da avaliação que dá embasamento à certificação ; e
- o escopo da certificação concedida.

Determinados métodos de certificação ambiental premiam as estratégias voltadas à redução no consumo de energia, outros tratam exclusivamente dos aspectos relacionados com a emissão de gases do efeito estufa durante a realização da obra, para citar dois exemplos. Daí a necessidade de reconhecer o escopo e método de avaliação proposto para compreender efetivamente a abrangência da certificação obtida.

Apesar da grande quantidade de métodos e procedimentos para auxiliar arquitetos e engenheiros na incorporação dos requisitos ambientais aos projetos, duas metodologias foram precursoras do movimento no Brasil:

- a metodologia norte-americana LEED™ (*The Leadership in Energy and Environmental Design Green Building Rating System*);
- o método francês HQE® (*Haute Qualité Environnementale*) que no Brasil deu origem à certificação AQUA-HQE.

As certificações LEED e AQUA-HQE passaram a ser adotadas pelos empreendedores brasileiros. A escolha por um ou outro método de avaliação dependerá do tipo de edificação que se pretende certificar, bem como o escopo pretendido.

## Processo AQUA-HQE – Alta Qualidade Ambiental

O processo AQUA-HQE é uma adaptação do método HQE francês, que surgiu por uma iniciativa governamental daquele país, e do investimento num programa que pudesse auxiliar a produção de edificações que respeitassem o meio ambiente, em 1993. Em conjunto com a Agência do Meio Ambiente e Controle de Energia (ADEME), foi iniciada uma pesquisa sobre os “Produtos, técnicas e métodos de construção, favoráveis ao meio

## Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina: uma discussão sobre as certificações ambientais para as edificações

*Hidropower Balbina Protection Environmental Center: a discussion around green building rating Systems*

ambiente” que resultou em trabalhos de pesquisa e experimentação sobre seis temas: métodos de avaliação, canteiros “verdes” ou “ecológicos”, edificações com baixo impacto ambiental, edificações “verdes”, equipamentos com baixo impacto ambiental, pré-tratamento e pré-coleta do entulho nas obras.

O estudo do tema levou à conscientização da complexidade do trabalho a ser realizado, que demandaria, principalmente, a compatibilização entre as características da edificação a ser produzida e a satisfação das exigências ambientais. O reconhecimento desse desafio levou à criação em 1997 da associação HQE®<sup>1</sup> – *Haute Qualité Environnementale* (Alta Qualidade Ambiental) – destinada ao desenvolvimento da gestão da qualidade ambiental (ASSOCIATION, 2015). A associação HQE® apresentou um relatório intitulado “Síntese de experimentos em edifícios com Alta Qualidade Ambiental em vista às recomendações para o controle de obras públicas” em abril de 1998, destacando a importância da abordagem ambiental nas edificações.

As recomendações foram apresentadas sob a forma de metas ambientais, sendo responsabilidade do arquiteto escolher suas prioridades. As metas (alvos ambientais) foram agrupadas por afinidade em quatro grandes áreas:

*Eco-Construção* – considerando a limitação dos riscos para a saúde dos operários, de poluição próxima ao canteiro, das quantidades de dejetos em descarga;

*Eco-Gestão* - incluindo a gestão da energia, da água, dos rejeitos da obra, assistência técnica e manutenção;

*Conforto ambiental* - incluindo as questões relacionadas ao desempenho térmico, acústico, visual e olfativo;

*Saúde* – considerando aspectos ligados à qualidade do ar, da água e outras condições de higiene e garantia de saúde.

O método francês HQE® deu origem no Brasil ao processo AQUA-HQE – sigla para Alta Qualidade Ambiental – que é definido como um processo de gestão do projeto visando a obter a qualidade ambiental de um empreendimento de construção ou reabilitação. Em 2009 ocorreu a primeira certificação AQUA-HQE no Brasil: uma loja localizada em Niterói (Estado do Rio de Janeiro).

Ressalte-se o grande número de requisitos a serem considerados na produção de uma edificação com qualidade ambiental. Embora a metodologia trabalhe com 14 metas prioritárias, estas se desdobram em cerca de 65 aspectos (dependendo do referencial – residencial ou de serviços) e mais de 150 indicadores a serem avaliados e ponderados antes de se conceder a certificação. Portanto, tal como destaca Salgado (2012) para a produção de edificações com qualidade ambiental deve-se estabelecer um sistema de gestão das informações de projeto.

***O desenvolvimento de qualquer projeto implica a definição de um sistema de gestão eficiente, para que as informações das diferentes especialidades não se percam. No que se refere à produção de edificações sustentáveis, o processo de troca de informações, entre as diferentes especialidades, deve ter início, obrigatoriamente, na fase da concepção arquitetônica. Ou seja, não será mais possível ao arquiteto que tenha a preocupação com as questões ambientais a concepção da edificação individualmente, sem a participação dos especialistas das diferentes especialidades (estrutura, iluminação, térmica, acústica, etc.)***(SALGADO et al, 2012).

De acordo com a proposta do processo AQUA-HQE, há que se realizar a avaliação desde a fase de programa. Posteriormente poderão (ou não) ser conferidas as certificações das fases seguintes (projeto e execução).

1 Outras informações podem ser obtidas no site <http://assohqe.org/hqe/>

## Severiano Mario Porto e o projeto do Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina

Embora no Brasil o interesse pelas certificações para as edificações seja relativamente recente, pode-se identificar, entre os arquitetos brasileiros, profissionais cujo trabalho expressa a preocupação com a qualidade ambiental muito antes da discussão atual. Entre estes, tem destaque o trabalho do arquiteto e professor Severiano Maio Porto.

Mineiro por nascimento, o arquiteto se formou na turma de 1954 da Faculdade Nacional de Arquitetura da, então, Universidade do Brasil (atual Universidade Federal do Rio de Janeiro). Em 1963 o arquiteto viajou em férias para Manaus – cidade para onde se transferiu com a família em 1966. (CAMPOS, 2003)

Entre os projetos desenvolvidos pelo arquiteto ao longo de sua trajetória, destacam-se obras como (AUTOR, 2015):

- o “tartarugão”, o estádio de futebol Vivaldo Lima na Amazônia, que é laureado com “Menção Honrosa” pelo IAB – do Rio de Janeiro em 1965 (demolido);
- o restaurante Chapéu de Palha, premiado pelo IAB-RJ em 1967 (demolido);
- o projeto para sua própria residência, que recebe, em 1971 do IAB, o “Prêmio Marcelo Roberto” (demolido);
- o projeto para o reservatório d’água COSAMI, que recebe o prêmio em 1972;
- o projeto para a Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA, laureado em 1974 (fig.2) (preservada com modificações);
- o projeto para residência unifamiliar do Sr. Robert Schuster, premiado em 1978 (preservada com modificações);
- o projeto para a Pousada da Ilha de Silves, premiado em 1982 e em 1985 (“Premio Universidad de Buenos Aires”) (descaracterizada);
- o projetos para o Campus da Universidade do Amazonas (UFAM) (fig. 3).

FIGURA 2- SUFRAMA – acesso principal

Fonte: Acervo dos autores



## Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina: uma discussão sobre as certificações ambientais para as edificações

*Hidropower Balbina Protection Environmental Center: a discussion around green building rating Systems*

**FIGURA 3- UFAM – detalhe da fachada dos blocos**

Fonte: Acervo dos autores



Severiano Mario Porto completou, em fevereiro de 2015, seus 85 anos de vida, e sua obra até hoje surpreende pela ousadia das formas e soluções, sempre em busca da relação harmoniosa com o entorno, e respeito à cultura do lugar. Entretanto, observa-se, infelizmente, a falta de respeito pela obra do arquiteto. Vários projetos foram demolidos ou alterados, como indicados na lista apresentada, e algumas obras são condenadas ao esquecimento pelo descaso e abandono dos responsáveis pela sua preservação.

Este abandono está levando à deterioração de um dos seus projetos premiados: o Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina. A oportunidade para elaborar o projeto deste conjunto surgiu por iniciativa da ELETRONORTE, que entendia ser necessário construir um espaço de pesquisa que permitisse acompanhar os impactos ambientais causados pela construção da hidrelétrica de Balbina.

De acordo com dados da empresa, a construção daquela hidrelétrica se justificaria porque viabilizaria o fornecimento de energia para a cidade de Manaus e adjacências, reduzindo o uso das termoelétricas e o custo da energia. Entretanto, sua construção resultou no alagamento das terras da população indígena da tribo Waimiri Atroari e forçou o deslocamento dessa população para outras regiões. A Eletronorte estabeleceu um programa específico sobre esse assunto, e os dados da empresa indicam que em 2006, a população dos índios Waimiri Atroari era de 1.155 pessoas, com uma taxa de crescimento de 5,84% ao ano, que somente foi possível com as ações mitigadoras empreendidas (ELETRONORTE, 2015)<sup>2</sup>.

Nesse contexto, a proposta de construção do Centro de Proteção Ambiental Balbina também surgiu como ação compensatória pelos danos causados ao meio ambiente em decorrência da construção da hidrelétrica. O Centro seria dedicado à pesquisa, proteção e preservação da fauna da região.

Observa-se que o arquiteto se inspirou no formato das ocas indígenas para desenvolver o projeto do conjunto, conforme ilustra a figura 4, com uma grande cobertura protegendo todas as atividades e núcleos do projeto.

O Centro de Proteção Ambiental Balbina recebeu o prêmio do IAB-RJ em 1987, destacando o reconhecimento da genialidade do arquiteto, que também recebeu, neste mesmo ano, a Menção Honrosa pelo conjunto de sua obra. (CAMPOS, 2003)

Localizado no distrito de Balbina - Presidente Figueiredo, Amazonas, as edificações do Centro foram divididas em duas alas distintas em torno de um espaço aberto de uso múltiplo e um espelho d'água. Com programa extenso, que incluía alojamento e residências, apenas a ala do projeto destinada ao abrigo dos laboratórios foi construída.

<sup>2</sup> Ver <http://www.eln.gov.br/opencms/opencms/pilares/meioAmbiente/programasIndigenas/> consultado em setembro de 2015

Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina:  
uma discussão sobre as certificações ambientais para as edificações

*Hidropower Balbina Protection Environmental Center: a discussion around green building rating Systems*

FIGURA 4 - Centro de Proteção Ambiental de Balbina (2015) - entrada principal

Fonte: Acervo dos autores



A construção se destaca pelo uso da madeira tanto no sistema estrutural quanto na cobertura. A madeira foi aproveitada da derrubada das árvores da área que seria inundada pelo lago da hidrelétrica. A declividade do terreno, os ventos dominantes e a incidência solar foram determinantes na implantação da edificação. A cobertura em cavaco e todo sistema estrutural em encaixe são dois aspectos construtivos que merecem destaque.

Infelizmente todo o conjunto encontra-se atualmente abandonado e deteriorando rapidamente. Parte da cobertura despencou e em alguns trechos a segurança estrutural ficou comprometida com o desencaixe de peças estruturais como ilustram as figuras 5 e 6.

FIGURA 5 - Detalhe de mão-francesa desencaixada

Fonte: Acervo dos autores



FIGURA 6 - O bloco do alojamento de redes, é o mais deteriorado

Fonte: Acervo dos autores



O interesse na obra do Centro de Proteção Ambiental de Balbina para realização dessa pesquisa foi motivado pelos seguintes aspectos:

a genialidade do projeto, que continua ousado e ao mesmo tempo integrado à realidade da região onde se situa;

o desejo de preservar ao menos virtualmente a obra através da construção de um modelo BIM que poderá ser consultado pelos interessados;

o interesse em confrontar as soluções adotadas pelo arquiteto reconhecido pela preocupação com a sustentabilidade ambiental, com os requisitos de uma das certificações ambientais adotadas atualmente.

O quarto aspecto que motivou esse trabalho é o desejo de sensibilizar para a necessidade de preservação daquela obra, não apenas pelo seu valor arquitetônico como também pelas oportunidades de negócio que surgem na região de Presidente Figueiredo e que poderiam ser positivamente exploradas beneficiando economicamente a população prejudicada com a construção da hidrelétrica e com o abandono do centro.

## Estruturação e desenvolvimento da pesquisa

Dada a flexibilidade do processo AQUA-HQE, que permite a definição do perfil de qualidade ambiental conforme potencialidades e limitações de cada empreendimento a ser avaliado, e considerando a necessidade de modelar a avaliação ambiental em função do objeto de estudo escolhido – o Centro de Proteção Ambiental de Balbina – decidiu-se considerar os requisitos e critérios estabelecidos por este método. Dessa forma, com o objetivo de confrontar as características do Centro de Proteção Ambiental Balbina com os requisitos ambientais definidos pelo processo AQUA-HQE, realizou-se a presente pesquisa dividida em duas etapas:

### 1. construção do modelo BIM do referido projeto

A construção do modelo BIM teve como objetivo testar o potencial da plataforma BIM na avaliação ambiental através da simulação do desempenho.

### 2. análise ambiental.

A avaliação ambiental foi realizada a partir da documentação relacionada ao projeto, à percepção ambiental in loco e às medições realizadas no local, que permitiram quantificar o desempenho ambiental do conjunto.

### Construção do modelo BIM

A representação gráfica em desenhos (plantas e cortes) indiretamente fracionam a visão do conjunto. Portanto, para a realização de grandes empreendimentos é necessário que o projeto seja realizado de forma integrada, com a ampliação do acesso à informação e o incremento na comunicação entre os parceiros.

Em resposta à esse desafio, surgiu o processo BIM – *Building Information Modelling* – baseado no IFC (Industry Foundation Classes) um conjunto abstrato de metadados ou de regras que definem os elementos, seus tipos, atributos e relacionamentos, e permite a interoperabilidade entre todas as informações relacionadas ao desenvolvimento do modelo. Aplicado ao projeto da edificação, permite a cooperação entre as diferentes especialidades e contribui para a racionalização do processo de projeto. Entretanto,

## Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina: uma discussão sobre as certificações ambientais para as edificações

*Hidropower Balbina Protection Environmental Center: a discussion around green building rating Systems*

cabe destacar que BIM implica um novo método de trabalho. Nas palavras de Deutsch (2011, tradução nossa):

***BIM refere-se a um processo – não um software, tecnologia ou ferramenta – para geração e gerenciamento de dados da construção por todo o ciclo de vida, desde a concepção até a manutenção e operação do edifício.***

O potencial da modelagem BIM no desenvolvimento de projetos tem sido discutido por diferentes autores. Mas as possibilidades oferecidas podem auxiliar gestores na fase pós-ocupação (uso-ocupação e manutenção). Neste sentido, deve-se ressaltar a pesquisa desenvolvida por Olin's et al (2012, tradução nossa), que discute quanto ao potencial da plataforma BIM como um instrumento de cooperação, que pode ser usado tanto para a gestão de documentos e informações, quanto para gestão de projetos, orçamentos controle, planejamento, cronograma, simulações ambientais e análise das variáveis relacionadas à viabilidade, custos, desempenho energético e ambiental.

Para a modelagem do Centro de Proteção Ambiental de Balbina foram considerados os registros originais do arquiteto, e o redesenho realizado por Oliveira (2002) em AUTO-CAD. Essas informações foram complementadas com a avaliação in loco das soluções adotadas no projeto.

Trabalho publicado anteriormente (AUTOR, 2015) descreveu as etapas da modelagem, indicando as principais dificuldades encontradas, entre estas, a modelagem dos forros de cada bloco. Outro destaque na construção digital refere-se à modelagem da cobertura, onde constatou-se que a forma livre e orgânica não permitiria a construção digital através da ferramenta “telhado” disponibilizada nos softwares mais utilizados. Como solução, optou-se pela ferramenta de “construção de forma”. Ressalte-se que os desenhos em AUTOCAD e mesmo os registros originais não permitiam perceber as aberturas zenitais do conjunto com precisão. Daí o resultado da primeira modelagem, onde essas aberturas não estavam ainda registradas (figura 7).

FIGURA 7 - Modelo preliminar e edificação construída

Fonte: Elaborado pelos autores



Registros da época da construção indicam a presença constante do arquiteto no canteiro de obras, o que pode explicar o fato de algumas soluções do madeiramento do telhado (identificados na visita ao local) não estarem totalmente representadas graficamente.

Entre as lições aprendidas durante a modelagem destacou-se a falta de interoperabilidade entre os softwares BIM, uma vez que nem todos estão certificados para exportar e importar em IFC (AUTOR, 2015). Outro aspecto que frustrou a pesquisa foi a impossibilidade de utilizar o modelo BIM para simular o desempenho ambiental, uma vez que os softwares de simulação exigem que o modelo atenda a determinadas características de forma, sem as quais a leitura do desempenho fica comprometida.

Ressalte-se que as dificuldades em utilizar o modelo BIM na simulação de desempenho já foram tratadas por outros autores. Bahar et al. (2013, tradução nossa) definem o passo-a-passo para realização da simulação do desempenho térmico, que depende da definição do local da construção – de forma a permitir a leitura dos dados meteo-

rológicos – e, em seguida, o fornecimento das informações (geometria, construção e materiais) por meio de importação de dados a partir do modelo BIM. Entretanto, esse mesmo autor informa que, na maioria das vezes, é necessário preparar uma simplificação da geometria para viabilizar o funcionamento da ferramenta de simulação.

Considerando a complexidade do projeto em análise, que possui duplo sistema de cobertura (forro e cobertura geral) e sistemas de ventilação e iluminação zenitais, não foi possível preparar um modelo que fosse ao mesmo tempo fiel à solução do arquiteto, e atendesse às limitações definidas pelos softwares de simulação. Em contrapartida, foram realizadas medições a partir da visita ao local.

Cabe destacar o potencial da plataforma BIM na preservação da memória arquitetônica e na gestão de facilidades (operação e manutenção). O modelo construído pode ser complementado com as informações referentes aos materiais de construção o que permitiria, por exemplo, a extração de quantitativos de materiais e previsão orçamentária para a recuperação do conjunto (ou parte dele) facilitando sua gestão e preservação.

### **Avaliação do desempenho ambiental**

O processo AQUA-HQE está organizado de forma a atender diferentes escopos de certificação. Dessa forma, existe um referencial técnico específico para as edificações habitacionais, outro para os edifícios do setor de serviços (escritórios, edificações escolares, hospedagem, lazer, e obras de renovação) e um específico para bairros e loteamentos. No presente estudo, considerou-se o referencial AQUA-HQE para Edifícios do setor de serviços, vigente até 2013 (REFERENCIAL, 2007)

Para a obtenção da certificação AQUA-HQE, todas as categorias devem ser atendidas (ou justificadas, quando o requisito não for aplicável). O perfil mínimo exigido para a obtenção da certificação da edificação deve incluir no mínimo três requisitos atendidos no nível mais exigente (excelente) e no máximo sete requisitos atendidos no nível menos exigente (bom).

Para esta pesquisa, surgiram muitas dificuldades relacionadas com o abandono do conjunto, e a impossibilidade de avaliar quantitativamente alguns critérios estabelecidos pelo processo AQUA-HQE. Mas, apesar das limitações, foi possível realizar uma avaliação qualitativa do desempenho ambiental.

## Análise dos resultados - Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina

A Tabela 1 procura explicitar de que forma as classificações adotadas no processo AQUA HQE foram interpretadas para a realização do estudo da edificação existente.

**TABELA 1 - Correspondência das categorias para análise da edificação em estudo**

NÍVEL	CRITÉRIOS PROCESSO AQUA-HQE PARA DEFINIÇÃO DO QAE	CRITÉRIOS ADOTADOS NESTA ANÁLISE PARA IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL DE QAE
<b>BOM</b>	Corresponde ao desempenho mínimo aceitável para um empreendimento de alta qualidade ambiental, que pode estar relacionado ao atendimento satisfatório da normalização técnica.	Atribuída às categorias ambientais que não puderam ser avaliadas, uma vez que corresponde ao atendimento satisfatório da normalização técnica existente.
<b>SUPERIOR</b>	Corresponde às boas práticas em projeto e construção, sempre considerado as diferentes etapas do ciclo de vida da edificação e indo além do nível mínimo.	Atribuída às categorias ambientais que foram parcialmente avaliadas, atendendo além do nível mínimo exigido.
<b>EXCELENTE</b>	Considera-se o desempenho máximo dos, assegurando que serão incorporados ao projeto, executados durante a realização da obra e mantidos ao longo da fase de uso-operação e manutenção da edificação.	Atribuída às categorias ambientais que puderam ser totalmente avaliadas e apresentaram desempenho ambiental superior, e potencial para manutenção das condições na fase de uso-operação e manutenção.

De acordo o processo AQUA-HQE, o desempenho associado às categorias de QAE se expressa em três níveis, relacionados com as metas ambientais pretendidas pelo projeto. Entretanto, considerando que o método foi adotado para análise de edificação existente e não para a concepção de edificação nova (lógica da análise reversa) as características encontradas evidenciam as metas ambientais alcançadas pelo projeto e que auxiliaram na avaliação do desempenho global.

### Resultados obtidos em relação à ECOCONSTRUÇÃO

No que se refere à ECOCONSTRUÇÃO, o referencial AQUA-HQE indica três categorias de avaliação: relação do edifício com o entorno imediato; escolha integrada de produtos e sistemas construtivos, e canteiro com baixo impacto ambiental.

Em visita ao local, observou-se que a implantação da edificação ocorreu de forma harmoniosa em relação ao entorno, o que pode ser constatado pelas imagens feitas no local (figuras 8 e 9), que evidenciam a preocupação do arquiteto em harmonizar o projeto com as características da região. Durante a visita pode-se constatar também a oferta de transporte público na região.

**FIGURA 8 – Relação harmoniosa com o entorno** Fonte: Acervo dos autores



## Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina: uma discussão sobre as certificações ambientais para as edificações

*Hidropower Balbina Protection Environmental Center: a discussion around green building rating Systems*

**FIGURA 9 – Ponto de ônibus próximo à edificação** Fonte: Acervo dos autores



No que se refere aos sistemas e tecnologias construtivas adotadas, tal como destaca Espósito (2007) para atender às necessidades do projeto de Balbina, Severiano utilizou a experiência da mão-de-obra local e as técnicas por eles desenvolvidas.

*“No sistema construtivo, foram utilizados troncos roliços, vigas e colunas de madeira apenas lavrada com secção retangular, tábuas, caibros e esquadrias de madeira beneficiada e cavacos para a cobertura. Para a vedação de ambientes fechados foi utilizada alvenaria em tijolo de barro. Podem ser verificadas semelhanças na formação dos volumes e no sistema de ventilação de Balbina, como também características encontradas na construção de uma maloca Makuna no noroeste da região Amazônica” (Espósito, 2007, p.107)*

Além disso, como a área seria alagada devido à construção da Usina Hidrelétrica, o arquiteto recebeu a liberdade de utilizar a madeira da forma que desejasse (Neves, 2006) Dessa forma, esta categoria também pode ser avaliada positivamente, atendendo satisfatoriamente às definições do processo AQUA-HQE no que se refere à durabilidade, facilidade de conservação e limitação aos impactos socioambientais, além da proteção à saúde humana.

Em relação ao impacto do canteiro de obras, faltam informações que possam corroborar o pleno desempenho em relação ao manejo de resíduos, poluição e consumo de recursos. Entretanto, considerando a escolha do arquiteto pelos materiais de construção utilizados – basicamente a madeira aproveitada extraída da área que foi alagada para a construção da hidrelétrica – pode-se inferir que esse requisito receberia avaliação positiva conforme estabelecido no processo AQUA-HQE. Nas palavras de Lima (2014)

O trabalho de Severiano também revelou uma preocupação com o processo de trabalho no canteiro de obras. Em vez de impor os detalhes construtivos de carpintaria que havia aprendido no Sul do país, Severiano percebeu que seria muito mais racional, se pudesse adaptá-los à maneira do saber fazer local, redimensionando os detalhes construtivos de acordo com as ferramentas normalmente utilizadas pelos caboclos. Era, sem dúvida, uma maneira de alcançar economia e rapidez na execução, mas também é um gesto que reflete a sensibilidade do arquiteto em relação ao trabalho do operário.

### Resultados obtidos em relação à ECOGESTÃO

No que se refere à ECOGESTÃO, o referencial AQUA-HQE indica quatro categorias de avaliação: gestão da energia, gestão da água, gestão dos resíduos de uso-operação do edifício e manutenção (permanência do desempenho ambiental).

Observou-se que o conjunto foi implantado de forma a aproveitar os ventos dominantes na região. Além disso, a proteção ambiental propiciada pela grande cobertura do conjunto, somada à ventilação zenital projetada para cada comodo individualmente

## Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina: uma discussão sobre as certificações ambientais para as edificações

*Hidropower Balbina Protection Environmental Center: a discussion around green building rating Systems*

indica o potencial uso eficiente dos sistemas de condicionamento do ar. Da mesma forma, as amplas janelas e a relação visual com o exterior, iluminam o conjunto indicando que, se estivesse em uso, provavelmente a iluminação artificial seria utilizada apenas de forma complementar (figuras 10 e 11). Nesse sentido, pode-se inferir que haveria grande redução no consumo de energia em função das soluções arquitetônicas adotadas.

**FIGURA 10 – Detalhe da ventilação zenital protegida pela grande cobertura**

Fonte: Acervo dos autores



**FIGURA 11 – O conjunto de esquadrias permite a iluminação natural dos ambientes**

Fonte: Acervo dos autores



Embora não tenha sido possível encontrar no projeto original nenhuma indicação em relação à otimização do uso de água potável ou aproveitamento das águas pluviais, foram detectadas canaletas no piso que poderiam funcionar como sistemas de captação e aproveitamento, indicando potencial da edificação para atender satisfatoriamente esse requisito.

O requisito 6 refere-se, envolvendo aspectos relacionados com a otimização dos resíduos gerados pelas atividades de uso e operação, bem como com a qualidade do sistema de gestão de resíduos de uso-operação. Por sua vez, o requisito 7 trata da de aquecimento, ventilação, iluminação e gestão da água.

Não foi possível avaliar o desempenho do empreendimento em relação à gestão dos resíduos de uso-operação da edificação e nem em relação à manutenção da edificação e permanência do desempenho dos sistemas, uma vez que a edificação encontrava-se abandonada no momento deste levantamento.

### Resultados obtidos em relação ao CONFORTO

No que se refere ao CONFORTO, o referencial AQUA-HQE indica quatro categorias de avaliação: conforto higrotérmico, acústico, visual e olfativo.

Manaus encontra-se a 3° S do Equador, na zona de máxima radiação solar. Não existem flutuações na duração dos dias e noites ao longo do ano e das estações, a não ser pela presença de um período chuvoso (“inverno”) um período seco (“verão”). A zona 8 (clima quente e úmido) ocupa 53,7% do país e engloba a região amazônica e o litoral do nordeste.

A visita ao conjunto ocorreu em dia típico de verão, com temperatura variando entre 25° e 34°, conforme dados climáticos obtidos<sup>3</sup>, estando entre a média histórica para a região (entre 23° e 32°). Ressalte-se que a medição realizada no local, indicou que no horário da visita (ao meio dia) a temperatura externa oscilava entre 37°C e 38°C enquanto internamente obteve-se resultados variando entre 32°C e 34°C, indicando significativa atenuação do calor. O colchão de ar que chega a atingir 8 metros de altura é certamente um dos detalhes construtivos que favorece as condições térmicas internas (figuras 12 e 13).

FIGURA 12 – A cobertura pode atingir uma altura de até 8 metros

Fonte: Acervo dos autores



FIGURA 13 – Cobertura afastada dos tetos criando de um colchão de ar.

Fonte: Acervo dos autores



Apesar da edificação não estar em uso, durante a visita à obra foi possível perceber a preocupação do arquiteto em manter as áreas de trabalho protegidas das principais fontes de ruídos externo – os veículos. A medição permitiu identificar uma atenuação de até 10dB no interior do conjunto. Ressalte-se a distância entre o conjunto e a via principal (figuras 14 e 15), favorecendo o desempenho acústico da obra.

A disponibilidade de acesso à luz do dia nos ambientes e nas áreas de circulação,

<sup>3</sup> <http://www.accuweather.com/pt/br/presidente-figueiredo/37049/month/37049?monyr=8/01/2015>

**Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina:  
uma discussão sobre as certificações ambientais para as edificações***Hidropower Balbina Protection Environmental Center: a discussion around green  
building rating Systems*

acesso a vistas externas no sentido horizontal do plano de visão e a proteção contra ofuscamento direto e indireto permitem inferir que, se estivesse em uso, a edificação teria desempenho visual excelente no que se refere à iluminação natural (figura 16). Não foi possível avaliar o desempenho com a iluminação artificial uma vez que a edificação não está em uso.

**FIGURA 14 - Principal avenida  
distante do conjunto**

Fonte: Acervo dos autores



**FIGURA 15 - Detalhe da via de  
acesso**

Fonte: Acervo dos autores



Também durante a visita não foram detectadas fontes de odores desagradáveis. Nos setores destinados aos laboratórios do Centro, identificaram-se as capelas para retirada dos gases tóxicos, e também ampla ventilação. Além disso, o colchão de ar entre os forros dos blocos e as aberturas na cobertura principal sugerem o adequado atendimento a esse requisito. (figura 16)

**FIGURA 16 - Detalhe de uma  
das aberturas zenitais na  
cobertura principal**

Fonte: Acervo dos autores



### Resultados obtidos em relação à SAÚDE

O referencial AQUA-HQE indica três categorias dentro do conjunto relacionado com a saúde das pessoas: qualidade sanitária dos ambientes, do ar e da água.

A avaliação da edificação permitiu constatar o cuidado do arquiteto na especificação de materiais, particularmente nos locais com condições de higiene específicas. Observa-se a adoção de revestimentos impermeáveis e laváveis nas copas, banheiros e laboratórios, indicando a preocupação com a higiene no local (figuras 17 e 18). Não foi possível, entretanto, avaliar em relação ao controle da exposição eletromagnética.

FIGURA 17 – Laboratórios com revestimentos impermeáveis (piso e paredes)

Fonte: Acervo dos autores



FIGURA 18 – Laboratórios com revestimentos impermeáveis (piso e paredes)

Fonte: Acervo dos autores



Tal como destacado anteriormente no que se refere ao conforto olfativo, todo conjunto foi projetado visando à ventilação e troca de ar permanente, garantindo a ventilação constante. Também não foram detectadas fontes de poluição próximas ao conjunto, o que permite avaliar positivamente em relação à essa categoria.

Quanto à qualidade sanitária da água, infelizmente não foram obtidas informações nem na análise documental e pesquisa sobre o projeto e nem na visita ao local. De qualquer forma, evidenciou-se farta oferta de água em função da grande quantidade de rios da região.

### Resultado global

Nesta pesquisa, conforme apresentado na Tabela 1, para as metas ambientais onde não foi possível obter nenhuma informação, considerou-se o desempenho mínimo indicado pelo processo AQUA-HQE (BOM), correspondente ao atendimento satisfatório da normalização técnica existente. Para as categorias ambientais onde se pode avaliar apenas parcialmente o desempenho, considerou-se a classificação intermediária (SUPERIOR)

Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina:  
uma discussão sobre as certificações ambientais para as edificações

*Hidropower Balbina Protection Environmental Center: a discussion around green building rating Systems*

A classificação máxima (EXCELENTE) foi atribuída às categorias onde se pode constatar o potencial para pleno atendimento aos requisitos ambientais, conforme medições realizadas. A Tabela 2 apresenta os resultados da análise.

TABELA 2 - Centro de Proteção Ambiental Balbina conforme requisitos do processo AQUA-HQE

REQUISITOS	CLASSIFICAÇÃO
<b>Requisito 1: relação do edifício com o entorno imediato</b>	EXCELENTE
<b>Requisito 2: Escolha integrada de processos e sistemas construtivos</b>	EXCELENTE
<b>Requisito 3: Canteiro de obras com baixo impacto</b>	Adotado: BOM
<b>Requisito 4: Gestão da energia</b>	SUPERIOR
<b>Requisito 5: gestão da água</b>	SUPERIOR
<b>Requisito 6: Gestão dos resíduos de uso-operação da edificação</b>	Adotado: BOM
<b>Requisito 7: Manutenção</b>	Adotado: BOM
<b>requisito 8: Conforto higrotérmico</b>	EXCELENTE
<b>Requisito 9: Conforto Acústico</b>	SUPERIOR
<b>Requisito 10: Conforto Visual</b>	SUPERIOR
<b>Requisito 11: Conforto Olfativo</b>	EXCELENTE
<b>Requisito 12: Qualidade dos ambientes</b>	SUPERIOR
<b>Requisito 13 – Qualidade do ar</b>	EXCELENTE
<b>Requisito 14: Qualidade sanitária da água</b>	Adotado: BOM

Evidencia-se, portanto, que o Centro de Proteção Ambiental Balbina, projetado e construído na década de 1980 – ou seja, muito antes das certificações ambientais chegarem ao Brasil – apresenta grande potencial para obter a certificação ambiental conforme processo AQUA-HQE, pois atenderia à maioria dos requisitos em nível “superior” ou “excelente”, indo além do mínimo exigido pelo referencial.

## Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina: uma discussão sobre as certificações ambientais para as edificações

*Hidropower Balbina Protection Environmental Center: a discussion around green building rating Systems*

Cabe destacar que algumas categorias classificadas como “BOM” também apresentam potencial para cumprir plenamente com os requisitos definidos pelo método, se o conjunto estivesse em funcionamento (categorias 6, 7 e 14). Entretanto, como não estão disponíveis dados que possam corroborar essa afirmativa (uma vez que a edificação não está em uso) considerou-se o desempenho no nível mínimo.

O resultado geral da análise está consolidado na tabela 3:

TABELA 3 - Centro de Proteção Ambiental Balbina conforme requisitos do processo AQUA-HQE

CLASSIFICAÇÃO	Exigidos pela certificação	Obtidos na Análise	Categorias indicadas na análise
<b>EXCELENTE</b>	Mínimo 3 categorias	5 categorias	Requisito 1: relação do edifício com o entorno imediato Requisito 2 - Escolha integrada de processos e sistemas construtivos Requisito 8 - conforto higrotérmico Requisito 11 – Conforto Olfativo Requisito 13 – Qualidade sanitária do ar
<b>Adotado: BOM</b>	Máximo 7 categorias	4 categorias	Requisito 3 – Canteiro de obras com baixo impacto da edificação Requisito 7 – Manutenção Requisito 14 – Qualidade sanitária da água
<b>SUPERIOR</b>	Sem indicação	5 categorias	Requisito 4 - Gestão da energia Requisito 5 – Gestão da água Requisito 9 – Conforto Acústico Requisito 10 – Conforto Visual Requisito 12 - Qualidade sanitária dos ambientes

Os resultados obtidos indicam que, embora construído há quase 30 anos, foram levantadas evidências que demonstram o potencial do projeto para atender aos requisitos definidos pela certificação AQUA-HQE – embora essa nunca tenha sido a intenção do arquiteto. Portanto, a inexistência de normas internacionais sobre o tema à época do referido projeto, não impediu o arquiteto de obter os melhores resultados no que se refere ao desempenho ambiental, uma vez, conforme evidenciado nesta análise, as melhores técnicas de concepção e execução, foram adequadamente harmonizadas no projeto, resultando numa solução global com desempenho ambiental satisfatório.

## Considerações Finais

A presente pesquisa demonstrou que o Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina apresenta características com grande potencial para atender satisfatoriamente os requisitos de certificação ambiental determinados por uma das metodologias adotadas atualmente pelos profissionais responsáveis pelo desenvolvimento de projetos que visam a qualidade ambiental: o processo AQUA-HQE.

O modelo BIM não foi utilizado para as simulações ambientais, dadas as limitações dos softwares de simulação frente à complexidade do projeto do arquiteto, mas a avaliação ambiental foi realizada a partir da análise da documentação e coleta de dados no local.

Há que se discutir, a importância que tem sido dada às certificações ambientais particularmente na formação do profissional de arquitetura e engenharia. Embora esses métodos tenham um papel positivo como guias nos requisitos a serem considerados, estes não devem constituir em meta a ser perseguida pelas equipes de projeto.

A lição deixada por Severiano Mario Porto no projeto do Centro de Proteção Ambiental da Usina Hidrelétrica de Balbina evidencia, portanto, a importância de uma formação profissional baseada no domínio das melhores técnicas de concepção e execução, que, harmonizadas no projeto, levarão, conseqüentemente, às soluções com alta qualidade ambiental.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio à pesquisa (Bolsa de Produtividade, Bolsa de Iniciação Científica e Edital Universal 2012-2) e ao Grupo de Pesquisas coordenado pela prof. Beatriz Oliveira, responsável pela pesquisa “Redesenho de projetos em meio digital: o caso do Centro de Proteção Ambiental de Balbina” (PROARQ/FAU/UFRJ) que cedeu os registros da Vila Balbina para a modelagem.

## Referências

Association HQE – Haute Qualité Environnementale, **Statuts de l’Association**, Disponível em <<http://assohqe.org/hqe/IMG/pdf/STATUTS.pdf>>. Acesso em julho de 2015

AUTOR (2015)

BAHAR, Y. N., et al A Thermal Simulation Tool for Building and Its Interoperability through the Building Information Modeling (BIM) Platform. **Buildings** 2013, 3, 380-398 Disponível em <<http://www.mdpi.com/2075-5309/3/2/380>> Acesso em setembro de 2015

BRUNDTLAND, G. H. Report of the World Commission on Environment and Development: **Our Common Future** Oslo, 20 March 1987. Disponível em: <<http://upload.wikimedia.org/wikisource/en/d/d7/Our-common-future.pdf>>. Acesso em junho de 2015

CAMPOS, E. R. de A arquitetura brasileira de Severiano Mario Porto **ARQUITEXTOS** 043.08 ano 04, dez. 2003 Disponível em <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/04.047/594>> Acessado em maio de 2015.

CARVALHO, M. T. M. e SPOSTO, R. M. (2012) Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 207-225, jan./mar. 2012.

CIB - INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING CONSTRUCTION - **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries – Discussion document** CSIR Building and Construction Technology, Pretoria: ZA, 2002. Disponível em < <http://www.unep.or.jp/ietc/Focus/Agenda%2021%20BOOK.pdf>> Acesso em setembro de 2015

CIB - INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING CONSTRUCTION - **Agenda 21 on Sustainable Construction – Discussion document** CSIR Building and Construction Technology, Pretoria: ZA, 1999. Disponível em < <http://cic.vtt.fi/eco/cibw82/A21text.pdf> > Acesso em setembro de 2015

COLE, R. J. (2005) Building Environmental Assessment Methods: redefining intentions. The 2005 World Sustainable Building Conference, Tokyo, 2005 **Proceedings...** 2005 p. 1934 a 1939

ESPÓSITO, S. S. **O uso da madeira na arquitetura dos séculos XX e XXI.** 2007 Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2007.

INTERNATIONAL STANDART ORGANIZATION, **ISO 21929-1/2011** Sustainability in building construction — Sustainability indicators — Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings, 2011.

NEVES, Leticia de Oliveira, **Arquitetura Bioclimática e a obra de Severiano Mário Porto: Estratégias de ventilação natural**, 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), IAU/Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

OLIN, J.; et al.. Virtuality: What does it means for FM?. In: CIB W070, W092 & TG72 International Conference on Facilities Management, Procurement Systems and Public Priivate Partnership, Cape Town, 2012. **Proceedings...** Cape Town: University Of Cape Town, 2012. p. 20 - 26. Disponível em <<http://www.cibworld.nl>> Acessado em maio 2015

**Referencial de Certificação AQUA-HQE - Serviços**, outubro 2007. Disponível em: <[http://vanzolini.org.br/conteudo-AQUA-HQE.asp?cod\\_site=104&id\\_menu=760](http://vanzolini.org.br/conteudo-AQUA-HQE.asp?cod_site=104&id_menu=760)> Acesso em outubro de 2015

DEUTSCH, R. **BIM and Integrated Design: strategies for architectural practice.** Ed. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey, EUA, 2011.

SALGADO, M. S., CHATELET, A., FERNANDEZ, P. (2012) Projeto de edificações sustentáveis: desafios e alternativas **Revista Ambiente Construído** vol.12, n.4, 2012, p.81 a 99 Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/22603/23734> >

SILVA, V. G.(2007) Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 47-66, jan./mar. 2007

## RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E DIREITOS AUTORAIS

A responsabilidade da correção normativa e gramatical do texto é de inteira responsabilidade do autor. As opiniões pessoais emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade, tendo cabido aos pareceristas julgar o mérito e a qualidade das temáticas abordadas. Todos os artigos possuem imagens cujos direitos de publicidade e veiculação estão sob responsabilidade de gerência do autor, salvaguardado o direito de veiculação de imagens públicas com mais de 70 anos de divulgação, isentas de reivindicação de direitos de acordo com art. 44 da Lei do Direito Autoral/1998: “O prazo de proteção aos direitos patrimoniais sobre obras audiovisuais e fotográficas será de setenta anos, a contar de 1º de janeiro do ano subsequente ao de sua divulgação”.

O CADERNOS PROARQ (issn 1679-7604) é um periódico científico sem fins lucrativos que tem o objetivo de contribuir com a construção do conhecimento nas áreas de Arquitetura e Urbanismo e afins, constituindo-se uma fonte de pesquisa acadêmica. Por não serem vendidos e permanecerem disponíveis de forma *online* a todos os pesquisadores interessados, os artigos devem ser sempre referenciados adequadamente, de modo a não infringir com a Lei de Direitos Autorais.

CADERNOS  
**PROARQ 26**

CLÁUDIA COTRIM PEZZUTO, MARCIUS FABIUS HENRIQUES DE CARVALHO E LIA TOLEDO MOREIRA MOTA

## Diferentes enfoques para avaliação do microclima urbano

*Different Approaches to Evaluate Urban Microclimate*

**Cláudia Cotrim Pezzuto**

Arquiteta e Urbanista (1994) pelo Centro Universitário Moura Lacerda, Mestre (2003) pela Universidade Federal de São Carlos e Doutora (2007) pela Universidade Estadual de Campinas. Professora da Universidade Católica de Campinas, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil, e também do Programa de Pós Graduação de Sistemas de Infraestrutura Urbana.

*Architect and Urban Planner graduated at Moura Lacerda University (1994), M.Sc. degree (2003) at Federal University of São Carlos, and Ph.D. degree (2007) from State University of Campinas. Professor at Pontifical Catholic University of Campinas, Faculty of Architecture and Civil Engineering, and also in the Urban Infrastructure Systems post-graduate Program.*

**claudiapezzuto@puc-campinas.edu.br**

**Marcus Fabius Henriques de Carvalho**

Formado em Engenharia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (1974), com mestrado pela COPPE - UFRJ (1976) e Doutorado pela Unicamp (1986). Foi professor da UFRJ entre 1976-1987 e pesquisador do Centro de Pesquisa Renato Archer entre 1987 e 2010. Atuou como professor convidado da Universidade Estadual de Campinas de 1999 a 2009 e a partir de 2010 é professor do programa de Pós Graduação em Sistema de Infraestrutura Urbana da Universidade Católica de Campinas.

*Degree in Engineering from the Federal University of Juiz de Fora (1974), master from COPPE - UFRJ (1976), and PhD from Unicamp (1986). Worked as a professor at Federal University of Rio de Janeiro between 1976 and 1987, as a researcher at Renato Archer Research Center between 1987 and 2010 and guest professor at the State University of Campinas from 1999 to 2009. Since 2010 he is a Professor in the Post-graduate Program of Urban Infrastructure Systems at the Catholic University of Campinas.*

**marcius@puc-campinas.edu.br**

**Lia Toledo Moreira Mota**

Engenheira Eletricista (1998), mestrado em Engenharia Elétrica (2001), doutorado em Engenharia Elétrica (2005) e Pós-doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (2006); em Engenharia Elétrica pela McGill University (2006-2007), Montreal, Canadá. Professora da Pontifícia Universidade Católica de Campinas; Docente da Faculdade de Engenharia Elétrica e Engenharia Civil; e também do Programa de Pós Graduação de Sistemas de Infraestrutura Urbana.

*Electrical Engineer (1998), with M.Sc. (2001) and Ph.D. (2005) from State University of Campinas and (2006-2007) McGill University. Works as a Professor at Pontifical Catholic University of Campinas, Faculty of Electrical and Civil Engineering, and also in the Post-graduate Program of Urban Infrastructure Systems.*

**lia.mota@puc-campinas.edu.br**

### Resumo

Este artigo tem por objetivo apresentar a avaliação do microclima urbano da cidade de Campinas segundo uma metodologia baseada em três etapas. Na primeira etapa foi feito um recorte urbano da cidade e foram eleitos oito pontos para as medições dos parâmetros climáticos. Para a caracterização dos pontos foi selecionado um raio de 500 metros a partir do ponto de coleta. A partir da área delimitada por este raio em uma imagem geoeye foram extraídos os seguintes parâmetros: área edificada, espaço natural (contemplando vegetação rasteira, vegetação arbórea arbustiva densa, vegetação esparsa, solo exposto e corpo hídrico), área pavimentada. Na segunda etapa foram feitas medições climáticas realizadas no período de inverno do ano de 2013 que contemplaram o monitoramento da temperatura do ar. A terceira etapa contemplou as análises do microclima dos pontos de coleta por diferentes enfoques: análise da distribuição das temperaturas do ar médias, mínimas, máximas e amplitude térmica para cada ponto de coleta, análise da correlação entre os pontos e determinação do Índice de Benchmarking (IB) a partir do método não paramétrico da Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA). A análise por envoltória compara e classifica o desempenho de cada ponto. Nas conclusões foram discutidas e comparadas as características de cada um dos métodos de avaliação com base nos resultados do conjunto dos pontos considerados para medição climática. Cada análise realizada contribuiu com um ponto de vista para o avaliação do microclima urbano destacando-se que a análise por envoltória de dados sugere referências para a prática do planejamento urbano.

**Palavras-chave:** Microclima Urbano. Clima Urbano. Análise de Envoltória De Dados.

### Abstract

The aim of this paper is to present the evaluation of urban microclimate in Campinas urban area according to a methodology based on three steps. In the first step were chosen eight points in the urban space for the air temperature data collection and defined a radius of 500 meter to characterize the area for the selected points. From the geoeye image were extracted for each point the following parameters of the land occupation: built area; undergrowth; dense arboreal vegetation; sparse vegetation; bare soil; water body; and paved area. In the second stage it was monitored and collected the air temperature during the winter period of the year 2013. The third stage included the microclimate analyzes from the eight points considering the following approaches: analysis of average, minimum, and maximum air temperature distribution and the range air temperature for each collected point; the correlation analysis between the points; and the Benchmarking Index (BI) from the non-parametric method of data envelopment analysis (Data Envelopment Analysis - DEA). The inclusion of data envelopment analysis allows to compare and to classify the performance of each point. The results for set of the points were discussed and compared the characteristics of each of the methods considered for climate measurement. Each analysis contributed with a view in the evaluation of the urban microclimate highlighting that the analysis data envelopment can suggests references of the land use to the practice of urban planning.

**Keywords:** Urban Microclimate. Urban Climate. Data Envelopment Analysis.

## Introdução

O processo de urbanização das cidades brasileiras, ocupação do espaço natural sobre o qual se assenta a cidade, é em geral, desprovido de planejamento e regulamentações estabelecidas pelo poder público que venham contribuir para o conforto e saúde do residente. Como consequência a ocupação territorial tende a desprezar a existência de rios, córregos, de vegetação bem como a topografia do lugar, fatores que influenciam nas características climáticas de determinado ambiente. Oke (2006) aborda a necessidade de uma visão que integre o clima urbano às áreas correlacionadas com o objetivo caminhar para uma solução interdisciplinar. Neste sentido, sugere a necessidade de normalização de símbolos, terminologia e índices, padronização de camadas, escalas, dimensões no clima urbano, a classificação dos fenômenos, adoção de protocolos de medições experimentais, fatores indispensáveis para o diálogo dos diferentes atores.

A partir deste reconhecimento vários estudos foram realizados concluindo que a quantidade de superfície impermeável resultante da densidade populacional, presença de calçadas, asfalto e padrões de construção quanto a altura e o adensamento e a intensidade do tráfego no local são fatores que contribuem para acumulação de calor ou dificultam as trocas térmicas. Estes estudos também mostraram que superfícies mais sombreadas, resultantes de áreas verdes, ventilação e corpos d'água são determinantes para a criação de microclimas diferenciados (SILVA; ROMERO, 2009).

Em geral, a avaliação da ocupação territorial urbana está baseada em dois enfoques: os modelos de balanço de energia que parecem promissores por considerar múltiplas variáveis termodinâmicas do processo físico de iteração entre os elementos da atmosfera e do tecido urbano (ASSIS, 2006); e, os modelos empíricos, normalmente de caráter descritivo que têm a vantagem de serem fundamentados em condições reais, contudo com validade restrita à base de dados que lhes deu origem e não fornecerem uma indicação objetiva dos melhores arranjos de ocupação e da disposição das áreas verdes e ou corpos d'água necessários para a melhoria das condições microclimáticas (DUARTE, 2010).

Como exemplo de modelos empíricos os estudos desenvolvidos por Rocha, Souza e Castilho (2011) destacam a influência significativa da presença de vegetação e permeabilidade do solo na diminuição da temperatura contrapondo a áreas com maior ocupação por construções e pavimentações e que a maior ocupação do solo pode levar a ilhas de calor noturnas mais intensas. Por outro lado, análises comparativas realizadas por Rossi e Krüger (2005) mostraram que nem sempre a relação entre porcentagens de ocupação e variação da temperatura ocorre de forma esperada e direta e como conclusão que, nos anos monitorados de 2002 e 2003, as localidades que apresentaram médias mais baixas foram bairros que não estavam totalmente ocupados, apresentando maior área livre ou com vegetação. A verificação numérica dessa análise qualitativa (relação temperatura local com o entorno) foi realizada por meio de análise da correlação existente entre temperatura local e a variação de temperatura (diferença entre as médias das temperaturas de cada localidade e as médias das temperaturas do ponto de referência) e porcentagens de área ocupada. Estes resultados, obtidos a partir de informações sobre a temperatura e área construída, apontam que há espaço para mais pesquisas nesta área, inclusive pela consideração de outras variáveis do problema.

Entre as ferramentas mais utilizadas para avaliar as características climáticas em meio urbano a análise de correlação se mostra interessante por permitir identificar

áreas com comportamento equivalente das variáveis em análise (NAKAGAWA, 1996). Por exemplo, duas áreas com perfis de temperatura e de área construída semelhantes terão alta correlação e se apresentarem perfis diferentes terão correlação próximo de zero. Entretanto, o coeficiente de correlação indica somente a similaridade do comportamento climático das áreas não informando se uma área é melhor ou pior que outra.

Duarte (2010) com o objetivo de orientar as medidas necessárias para amenizar o rigor microclimático de áreas urbanas propõe um indicador que representa a proporção entre a densidade construída e os elementos naturais (água e vegetação arbórea). Em estudo o indicador é obtido através da divisão do produto da taxa de ocupação x coeficiente de aproveitamento pela somatória das variáveis superfícies d'água e arborização. A autora relata que o indicador pode ser utilizado no planejamento como forma de comparar o adensamento existente ou pretendido à existência de arborização e espelhos d'água em uma determinada proporção. Ou ainda, estabelecer uma proporção para áreas verdes e superfícies d'água recomendadas para amenização das condições microclimáticas locais. A autora relata que para indicação de um valor recomendado do indicador é necessário medições microclimáticas específicas nas regiões de estudo para encontrar a faixa de equilíbrio entre densidade construída e elementos naturais.

Brandão (2009) com o objetivo de propor uma metodologia de avaliação da ambiência térmica urbana realizou análises para comprovar a hipótese de que a variável taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamento e recuos, indicadores comumente encontrados na legislação urbana, são suficientes para avaliar a ambiência térmica urbana. A partir dos resultados obtidos o autor conclui que outras variáveis devem ser incorporadas ao planejamento urbano e legislações para determinar de forma adequada o impacto de uma área urbana no microclima local.

Este artigo tem por objetivo apresentar a avaliação do microclima urbano através de três diferentes métodos de análise em enfoques: análise da distribuição das temperaturas do ar médias, mínimas, máximas e amplitude térmica do período de coleta, análise da correlação entre os pontos e análise a partir da ferramenta da Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA).

## O Método de Análise de Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA)

A análise de envoltória de dados é uma técnica de programação matemática que avalia o desempenho relativo de uma determinada Unidade em estudo com múltiplas entradas e múltiplas saídas em relação a todas as outras de um conjunto de unidades com características similares, sem que seja necessário a definição a priori de pesos para as variáveis, (CHARNES et al., 1978).

Esta técnica foi inicialmente utilizada para avaliação de organizações não lucrativas e do setor público, encontrando em seguida inúmeras aplicações na avaliação da eficiência de: instituição de ensino (SOLIMAN et al., 2014), companhias aéreas (MOURA et al. 2016), hospitais (LINS, 2007), transporte urbano (CARVALHO et al., 2012), confecções (SANTOS et al., 2012) entre tantas outras. Eficiência é a palavra para indicar que a organização utiliza adequadamente ou de maneira econômica seus recursos ou ainda

a racionalização no uso dos insumos na produção de um resultado desejado (COOK; SEIFORD, 2009). O conceito de eficiência é entendido neste trabalho como a prática que leva ao melhor conforto ambiental e as áreas urbanas que apresentarem uma relação entre as variáveis que conduza a um maior conforto será classificada como área de melhor prática

O método análise de envoltória de dados (DEA), orientado pela saída, onde as entradas permanecem constantes no valor presente e as saídas são maximizadas, pode ser definido como o seguinte modelo de programação linear (COOK; ZHU, 2008,53):

$$\begin{array}{l}
 \text{Max } \Theta \\
 \text{Sujeito a} \\
 \sum_j^n \lambda_j X_{ij} \leq X_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m; \\
 \sum_j^n \lambda_j Y_{rj} \geq Y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s; \quad \text{eq. 1} \\
 \sum_j^n \lambda_j = 1 \\
 \lambda_j \geq 0
 \end{array}$$

Onde,  $X_{ij}$  e  $Y_{rj}$  são entradas e saídas da unidade  $U_i$  e  $X_{i0}$  e  $Y_{r0}$  são a  $i$ th entrada e  $r$  th saída da unidade  $U_0$  em análise;  $\lambda_j$  são pesos desconhecidos;  $m$  é o número de entradas e  $s$  o número de saídas.

### Fronteira de melhores práticas

No sentido de ilustrar as características desejáveis desta metodologia a Tabela 1 apresenta os dados de cinco áreas de estudo fictícias. A coluna 2 apresenta a porcentagem de área construída e área pavimentada; a coluna 3 a porcentagem de espaço natural (soma da área permeável, verde e água), e a coluna 4 a soma de todas as áreas enquanto a última coluna apresenta a amplitude térmica ( $\Delta T$  - diferença da temperatura mínima a partir de uma base fictícia de referência), para cada uma das áreas em avaliação.

Chamando as áreas de Unidades em Estudo (UE) e analisando somente os  $\Delta T$ s de cada uma das UEs, identifica-se que as áreas UE\_1, UE\_2 e UE\_5 apresentam valores mais acentuados de amplitude térmica no período. Entretanto, esta comparação ocorre para diferentes “ocupações de áreas” por construção ou pavimentação e para a soma das áreas. Esta constatação pode trazer incerteza em afirmar que as três unidades acima mencionadas apresentam o mesmo comportamento climático e mesmas características de ocupação.

TABELA 1 - Caracterização das 5 (cinco) unidades teóricas

	Construída+ Pavimentada (A1)	Espaço Natural (Área permeável, Verde + Água) (A2)	Soma (A1 + A2)	$\Delta T$
UE_01	55,86	44,14	100	10,7
UE_02	46,62	53,38	100	11,0
UE_03	27,66	72,34	100	11,5
UE_04	40,63	59,37	100	4,3
UE_05	53,57	46,43	100	5,1

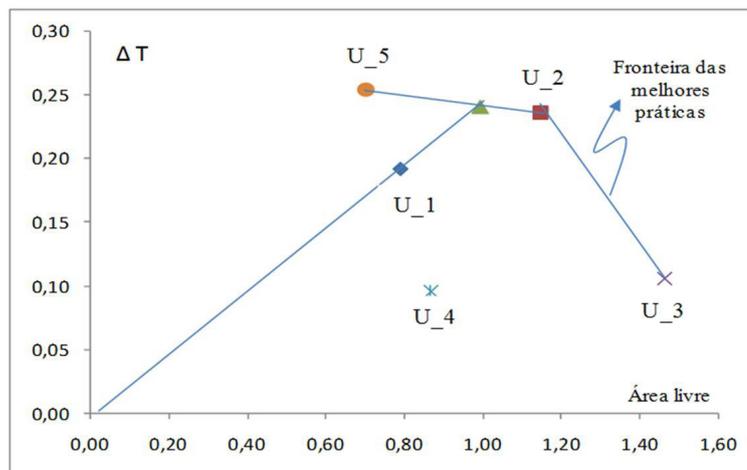
A representação gráfica da Tabela 1 somente pode ser feita no espaço tridimensional. O caminho no sentido de apresentar uma visualização das UEs em duas dimensões é a normalização das variáveis tomando como referência, por exemplo, a soma das áreas construídas e pavimentadas de cada unidade (A1). Ou seja, dividindo-se os valores das colunas 3 e 5 pela área A1 (construída + pavimentada) da Tabela 1, gera-se a Tabela 2 cuja representação gráfica no espaço bidimensional é apresentada na Figura 1.

TABELA 2 - Normalização pela área ocupada

	Construída + Pavimentada (A1)	Espaço Natural (Área permeável, Verde + Água) (A2)	$\Delta T$
U_01	1	0,79	0,19
U_02	1	1,15	0,24
U_03	1	1,46	0,11
U_04	1	0,87	0,10
U_05	1	0,70	0,20

A Figura 1 evidencia a dominância das unidades em estudo U\_2, U\_3 e U\_5 sobre as unidades U\_1 e U\_4 quando considerada a área total livre e a variação de temperatura. Unindo-se os pontos definidos pelas unidades dominantes por meio de segmentos de reta, estabelece-se uma fronteira com relação à variação unitária de área construída. Este conjunto de segmentos de retas, definido pelos pontos de observação não dominados, U\_2, U\_3 e U\_5, é chamado por Cook e Zhu (2008) de fronteira das melhores práticas e as unidades que o define chamadas de unidades de melhores práticas dentro da amostra analisada, ou unidades benchmarking. Destaca-se que a avaliação a partir da Figura 1 é feita na dimensão de três variáveis.

FIGURA 1 - Representação da Fronteira de Melhores Práticas



A fronteira das melhores práticas pode servir de referência para outras unidades do conjunto analisado. Neste aspecto, qualquer unidade que esteja ou que por alguma ação venha se situar sobre a região de fronteira será classificada como de melhor prática, enquanto as outras unidades que se situam abaixo desta fronteira, ou seja, UE\_1 e UE\_4 necessitam de ações que as conduzam para a linha de fronteira.

Além da classificação das unidades, pode-se determinar um coeficiente de melhoria para as unidades fora da fronteira das melhores práticas com relação à variação de temperatura. Tomando a fronteira da eficiência como referência a distância que uma unidade não dominante está em relação à fronteira é o quanto ela deve melhorar. Por exemplo, o Indicador de Benchmarking (IB) pode ser obtido a partir da relação entre a distância do ponto P à origem e do ponto UE\_1 à origem como na equação 1.

$$IB_{1=OP} / OQ = 1,25 \quad \text{eq.1}$$

Este Indicador de Benchmarking (IB) é maior que a unidade e determina o quanto o espaço natural e a variação de temperatura devem ser multiplicadas para que a unidade U1 chegue à fronteira das melhores práticas. Ou seja, as coordenadas de U\_1 devem ser multiplicadas por 1,25 para que esta Unidade se torne uma unidade benchmarking. Procedimento semelhante pode ser desenvolvido para todas as unidades, por exemplo, para UE\_4.

A partir dos IBs pode-se estabelecer ações prescritivas de melhoria para as unidades fora da região de fronteira. Além disso, todas as unidades que definem a região de fronteira têm IB = 1 e todas as unidades não dominantes, portanto que necessitam de ações de melhoria, têm IB maior que 1. Ou seja, o indicador de melhoria está dentro do intervalo  $1 < IB$ . A partir da determinação de todos os IBs pode-se classificar as unidades em estudo. Aquelas com IB igual a 1 são benchmarking e a medida que o IB se afasta de 1 as unidades vão tendo classificação pior.

O exemplo acima é ilustrativo de um enfoque relevante para avaliação e prescrição de melhorias do microclima de unidades em estudo, entretanto seus resultados, obtidos a partir de uma análise da Figura 1, estão restritos ao espaço bidimensional normalizado pela variação da área construída. Outra questão é que o conjunto de três variáveis pode não ser suficiente para descrever o microclima de uma região uma vez o problema deve considerar de forma independente características como área construída; área pavimentada; rios, córregos e lagos; áreas verdes, matas, bosques, áreas livres, e como variáveis consequentes a variação de temperatura e a variação de unidade. A inclusão destas variáveis torna o problema de avaliação do microclima impossível de ser analisado por meio de uma representação no espaço bidimensional, requerendo uma formulação matemática mais adequada. Um caminho passa a ser o método de análise de envoltória de dados que é aplicável a sistemas de múltiplas variáveis.

## Metodologia

A metodologia deste trabalho contemplou três etapas: na primeira etapa foi delimitado um recorte urbano na cidade de Campinas onde foram eleitos 8 pontos de coleta. Na segunda etapa foi feito um monitoramento da temperatura do ar nos pontos de estudo. Na terceira etapa foram avaliados os microclimas dos pontos através de diferentes enfoques: análise da distribuição das temperaturas do ar médias, mínimas,

máximas e amplitude térmica do período de coleta, análise da correlação entre os pontos e análise por Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA).

### Caracterização da Área de estudo

Para estudo de caso foi selecionado um recorte urbano na cidade de Campinas, SP. O município de Campinas (S 22°53'20" , O 47°04'40" , altitude média 680m) está localizado no sudeste do Brasil, ocupando um área de aproximadamente 794.571 Km<sup>2</sup> e população total de aproximadamente 1.164.098 de habitantes (PMC, 2015; IBGE, 2015). O clima da cidade é tropical de altitude (Koppen classificação Cwa, KOTTEK, 2006), com verão quente e úmido e inverno ameno e seco. Predominam os ventos na direção sudeste. A temperatura média anual é de 21,40 °C, média máxima 27.10 °C, média mínima 15.60 °C, 1372 mm de precipitação anual (CEPAGRI, 2014).

Os pontos estão distribuídos na porção norte/noroeste da cidade, bacias hidrográficas do Ribeirão Quilombo e do rio Atibaia, região consolidada. Para a caracterização dos pontos de coleta foram considerados um raio de delimitação. Estudos indicam que para a descrição de um sítio e análise do ambiente térmico é necessário a delimitação de um raio de influencia que varia entre 200 a 500 metros, dependendo da rugosidade da superfície, geometria das edificações e condições de estabilidade da atmosfera (STEWART, OKE, 2012; NDUKA, ABDULHAMED, 2011). Para este estudo foi selecionado um raio de 500 metros a partir do ponto de coleta, através de visualização de uma imagem Geoeye. Os seguintes parâmetros foram avaliados: área edificada, espaço natural (contemplando vegetação rasteira, vegetação arbórea arbustiva densa, vegetação esparsa, solo exposto e corpo hídrico), área pavimentada. A porcentagem de vegetação foi considerada como a área de projeção horizontal das copas das árvores e a porcentagem de água pela área do espelho d'água. A tabela 3 mostra a caracterização dos pontos.

TABELA 3 - Caracterização dos Pontos de Estudo

	Características dos Pontos	% Área Edificada	% Área Pavimentada	% Espaço Natural
P1	Parque Urbano: Cobertura do solo na maior parte permeáveis. Área medianamente florestada com cobertura arbóreo-arbustivas. Proximidade de lagoa	27,0	18	55
P2	Área Predominantemente Residencial: edifícios de 1 a 2 pavimentos. Levemente arborizada. Proximidade de parque público.	26,5	17,5	56
P3	Área de uso misto: edifícios de 1 a 2. Poucas árvores.	59,0	31,0	10,0
P4	Área de uso misto: edifícios de 1 a 15 pavimentos. Poucas árvores.	49,5	28,0	22,5
P5	Área de uso misto: Área aberta com edifícios de 1 a 18 pavimentos, proximidade de shopping center, rodovia e cultivo agrícola. Proximidade de córrego canalizado.	12,0	31,0	57,0
P6	Área Predominantemente Residencial: Região de fundo de vale. Edifícios de 1 a 2 pavimentos. Abundância de cobertura do solo permeável com vegetação baixa e árvores dispersas. Proximidade de corpo hídrico.	24,0	11,0	65,0
P7	Área residencial: Área mista de edifícios baixos. Poucas árvores. Cobertura do solo pavimentada.	43,0	29,5	27,5
EM	Espaço Aberto: Estação Meteorológica do IAC (Instituto Agrônomo de Campinas). Região com processo de ocupação em consolidação. Proximidade de Zona de pastagens, agricultura e rodovia.	1,0	5,0	94,0

### Coleta de dados climáticos

A coleta de dados foi realizada no período de inverno de 2013, em dias estáveis e sem precipitações, em aproximadamente 7 dias de medições. De acordo com Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climático (MCT/INPE/CPTEC, 2013) no mês de julho ocorreu uma diminuição das chuvas na Região Sul do Brasil. A distribuição de precipitações pluviométricas no norte (acima da média) e no sul (abaixo da média) do Brasil, que ocorreu em julho até meados de agosto de 2013, foi típica de uma fraca condição de La Niña no setor leste do Pacífico Equatorial.

Foram coletados dados de temperatura do ar em registros contínuos de 20 em 20 minutos. A coleta foi feita através dos instrumentos Testo 174H (Mini datalogger) e Estação VantageVue Davis. Os instrumentos foram instalados no interior das quadras, dentro de protetores que evitam a incidência direta de radiação solar e também a proteção contra intempéries, em espaços abertos, a uma altura aproximada de 3 metros. As medições nestas alturas contemplam o monitoramento da Atmosfera Urbana Inferior (UrbanCanopyLayer – UCL). WMO (2006) relata que as medições em alturas até 5 metros em áreas urbanizadas são poucos diferentes das medições de estações meteorológicas de referências, a uma altura aproximada de 2 metros. Como ponto de referência foi analisado os dados da Estação Meteorológica do Instituto Agrônomo de Campinas (ponto EM).

## Análise dos resultados

Para a análise dos dados foram consideradas a distribuição das temperaturas do ar médias, mínimas, máximas e amplitude térmica do período de coleta entre todos os pontos de coleta. Como ponto de referência foi considerado o ponto EM, o qual se localiza no Instituto Agrônomo de Campinas e refere-se a uma estação meteorológica de controle. Posteriormente, foi aplicada a técnica da Análise da Envoltória de Dados (DEA) para avaliação dos pontos de melhores práticas.

A tabela 4 mostra os valores médios da temperatura do ar, as mínimas e máximas e na última coluna a amplitude, no período de inverno de 2013 na área de estudo.

TABELA 4 - Valores médios de temperatura do ar, mínima, máxima e amplitude térmica. Período de inverno de 2013. Área de estudo.

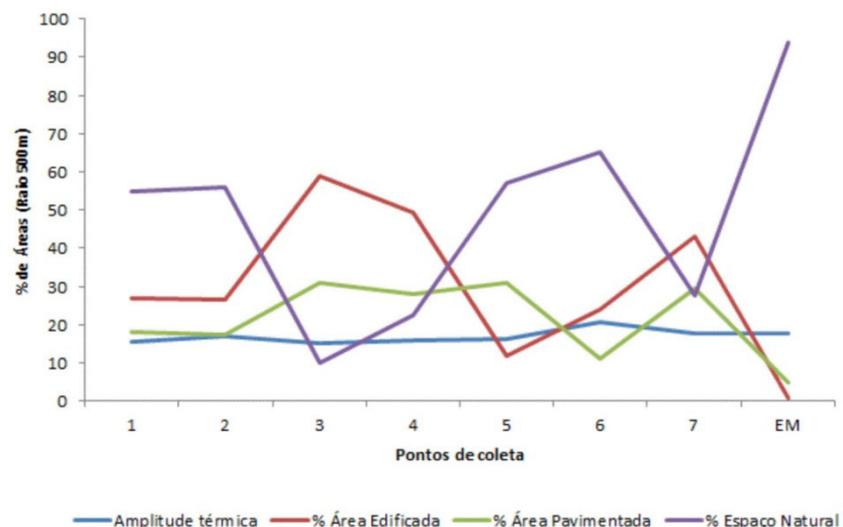
Pontos	Temperatura do ar			
	Média (°C)	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Amplitude (°C)
P1	19,3	11,6	27,3	15,7
P2	19,7	11,0	28,1	17,1
P3	20,4	12,9	27,9	15,0
P4	20,30	12,3	28,2	15,9
P5	20,1	11,4	27,8	16,4
P6	19,0	8,9	29,4	20,5
P7	20,0	10,8	28,4	17,6
EM	19,1	10,2	28,0	17,8

De um modo geral, os valores médios de temperatura do ar não apresentaram diferenças significativas (diferença de 1,4°C, entre os pontos EM e P6 (19,0°C) e o ponto P3 (20,4°C)). Os valores de temperatura do ar média máxima registraram uma variação máxima aproximadamente de 2,1°C, entre o ponto P6 (29,4°C) e o ponto P1 (27,3°C). A localização do ponto P6 em região aberta e proximidade de região de fundo de vale contribuiu para o acesso solar. Em contrapartida, o ponto P1 localiza-se no interior de um parque urbano, e seu baixo valor no período da tarde pode ser explicado pela obstrução do céu pelas copas das árvores. O restante dos pontos apresentaram valores muito próximos, diferenças entre 0,5°C. A proximidade de fundo de vale e córrego também contribuiu para o rápido resfriamento noturno, durante a ocorrência da temperatura do ar média mínima no ponto P6 (8,9 °C). Em contrapartida, o ponto P3 apresentou o maior valor (12,9°C), diferença de aproximadamente 4,0°C, entre o ponto mais frio, P6. As maiores diferenças encontradas referem-se a amplitude térmica, entre os pontos P6 (20,5°C) e o ponto P3 (15,0°C), diferença aproximada de 5,5 °C. O ponto 3 localiza-se em região residencial de baixa densidade, porém com alta taxa de área construída e pavimentada e baixa taxa de espaço natural (vegetação, corpo hídrico e solo exposto). Destaca-se também a baixa amplitude do ponto P1, 15,7°C. Neste aspecto, estudos relatam que locais arborizados tendem a ser mais frios durante à tarde e mais aquecidos à noite (DACANAL, 2007; KARLSSON, 2000). No entanto, Bowler et al. (2010) relata que a temperatura do ar no interior de um parque pode também ser influenciada pela quantidade de árvores e tipo de cobertura do solo.

### Análise pela ocupação

A Figura 2 representa a variabilidade da caracterização dos pontos em relação a porcentagem de espaço natural, área edificada e área pavimentada, a partir dos dados apresentados na Tabela 5. Verificam-se características muito diversas dos pontos analisados. Destaca-se a alta porcentagem de espalho natural do ponto EM (94,0%), onde se localiza a estação meteorológica de referência, seguida pelo ponto P6 (65,0%), localizado em região de fundo de vale. Destaca-se também a baixa porcentagem de área pavimentada do ponto EM (5,0%), P6 (11,0%), P2 (17,5) e P1(18,0%).

FIGURA 2 - Caracterização dos pontos de coleta e variação da amplitude térmica



**Análise das correlações**

Para as análises das correlações foram consideradas a amplitude da temperatura do ar e a partir da tabela 5. Para as variáveis foram consideradas as porcentagens de área edificada, espaço natural e área pavimentada.

TABELA 5 - Dados de entrada para os modelos de análise

Pontos	$\Delta$ Temp	% Espaço Natural	% Área Pavimentada	% Área Edificada
P_1	15,7	55,0	18,0	27,0
P_2	17,1	56,0	17,5	26,5
P_3	15	10,0	31,0	59,0
P_4	15,9	22,5	28,0	49,5
P_5	16,4	57,0	31,0	12,0
P_6	20,5	65,0	11,0	24,0
P_7	17,6	27,5	29,5	43,0
EM	17,8	94,0	5,0	1,0

A Tabela 6 apresenta os coeficientes de correlação, medida do grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas, entre os pontos analisados, obtidos a partir da Tabela 5. Pela Tabela vê-se que a maior correlação ocorre entre os pontos (P\_1 e P\_2) seguido dos pontos (P\_4 e P\_7) e (P\_3 e P\_4). Embora estes coeficientes apontem para a proximidade ou não de comportamento da variação da temperatura do ar com a porcentagem de área edificada, espaço natural e área pavimentada eles não permitem uma classificação das unidades em estudo quanto ao microclima. Indicam apenas que as variações dos parâmetros ocorrem no mesmo sentido.

TABELA 6 - Coeficiente de Correlação entre Pontos

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7
P_2	0,999						
P_3	-0,326	-0,366					
P_4	-0,031	-0,074	0,955				
P_5	0,826	0,829	-0,641	-0,415			
P_6	0,972	0,983	-0,474	-0,199	0,800		
P_7	0,140	0,094	0,881	0,977	-0,213	-0,051	
EM	0,914	0,931	-0,681	-0,434	0,899	0,961	-0,274

### **Análise por Envoltória de Dados (DEA)**

A Tabela 5 reproduziu os dados da Tabela 3 acrescentando-se a eles a variação de temperatura do ar representado pela amplitude térmica. Este conjunto de dados é utilizado pelo modelo de Análise de Envoltória de Dados apresentado na Eq.1 para avaliar qual(is) seria(m) o(s) ponto(s) de melhor prática com relação a variação de temperatura do ar (amplitude térmica) e porcentagem de espaço natural. O(s) ponto(s) identificado(s) como os de melhor prática pode(m) se tornar referência(s) para a melhoria dos outros pontos do conjunto em análise ou referência para planejamento de novas áreas urbanas. Define-se como variáveis de entrada a porcentagem de área pavimentada e a porcentagem de área edificada e como resultado, aquelas variáveis que se quer maximizar, a porcentagem de área natural e a variação da temperatura do ar (amplitude térmica) para o intervalo de tempo de um dia.

Os resultados da aplicação do modelo de Análise por Envoltória de Dados (DEA) estão apresentados na Tabela 7. O ponto de melhor prática é o EM e a classificação de todos os pontos segundo o Índice de Melhor Prática (IMP) é apresentada na coluna 3. Observa-se que na Tabela 6 que a maior correlação ocorre entre os pontos 1 e 2 e que a partir da Tabela 7 os IMP destes dois pontos estão próximos. Mesma observação pode ser feita para os pontos 4 e 7 e 3 e 4. Entretanto, a análise de correlação não permite classificar os pontos com relação ao conforto térmico como a análise de envoltória de dados. Acredita-se, com isto, que a análise de correlação pode ajudar na determinação do microclima, mas não determina a classificação dos pontos.

Verifica-se também que a avaliação pelo método de análise por envoltória apresentou conformidade com a variação climática apresentada na Tabela 4. Ao analisar a classificação dos pontos pela análise de envoltória de dados o ponto EM foi a unidade de referência entre os pontos analisados, em segundo lugar a unidade P6 em último lugar a unidade P3. Na análise climática o ponto EM, estação meteorológica de referência, apresentou uma temperatura do ar média intermediária (19,1°C), ao comparar com os pontos de coleta bem como uma amplitude térmica de 17,8°C. O destaque deste ponto EM é a extensa porcentagem de vegetação (94%) e baixa porcentagem de áreas construídas (1%) e pavimentadas (5%). O P6, mais uma vez se destacou, a partir das análises climáticas foi o ponto que apresentou a maior amplitude térmica (20,5°C) e menor temperatura do ar mínima (8,9°C). Considerando o entorno imediato, é um ponto que se localiza em região de fundo de vale, que apresenta porcentagem de espaço natural de 65%, 24 % de área edificada, e 11 % de área pavimentada. Os pontos P2 (3.o) e P1 (4.o) apresentaram Índices de Benchmarking (IB) bem próximos. O P1 encontra-se dentro de um parque urbano e o P2 nas suas proximidades em região residencial, levemente arborizada, os dois pontos apresentam semelhança na distribuição de área construída, pavimentada e espaço natural, porém o ponto P2 apresentou uma amplitude térmica maior (17,1°C), comparada com o ponto P1 (15,7°C). Esta diferença é justificada pela temperatura do ar média mais elevada no ponto P2 (28,1°C), o qual se encontra em área de baixa densidade e acesso solar mais intensificado, comparado com o ponto P1 (27,3°C), localizado no interior do parque urbano em área sombreada pelas copas das árvores. Os pontos P7(5.o), P4(6.o), P5(7.o) e P3(8.o) também apresentaram Índices de Benchmarking (IB) próximos, variação máxima de 0,032. Todos estes pontos apresentaram comportamento semelhante na temperatura do ar média e mínima, com destaque para o P7 que apresentou a menor temperatura do ar mínima (10,8°C), e, conseqüentemente, a maior amplitude térmica (17,6°C), fator que pode ter contribuído para sua classificação. A unidade P3 é o ponto “mais distante” da unidade de referência (EM), ou seja, sua eficiência está em 13,6% em relação à unidade mais eficiente.

TABELA 7 - Resultados do modelo de Análise por Envoltória de Dados (DEA)

Pontos	Índice Benchmarking (IB)	Ranking
P_1	0,2450	4
P_2	0,2745	3
P_3	0,1360	8
P_4	0,1595	6
P_5	0,1486	7
P_6	0,5235	2
P_7	0,1676	5
EM	1,0000	1

## Considerações Finais

Os resultados obtidos para os oito pontos estudos neste trabalho mostrou conformidade e complementaridade entre os três enfoques considerados. A análise da temperatura do ar é uma forma de descrever os pontos com maior precisão com relação ao seu entorno imediato e suas variações de temperatura do ar máxima, mínima e amplitude. Outra forma de avaliar os pontos é pela correlação entre eles e embora por este enfoque se obtenha uma relação de proximidade esta relação não trás grandes contribuições para avaliação do microclima de um ponto em estudo. A análise por envoltória de dados permitiu estabelecer um ranking para os pontos em estudo tanto relacionado com a temperatura quanto as características do entorno do ponto.

Trabalhos futuros devem considerar um maior número de pontos para avaliação e a inclusão de parâmetros climáticos como umidade relativa do ar e velocidade do vento, entre outros.

Uma complementação aos métodos avaliativos e descritivos acima mencionados pode vir por meio de uma metodologia para a identificação de áreas de estudo que teriam características de benchmarking em relação ao conjunto das áreas analisadas. As características deste subconjunto de áreas benchmarking se constituiriam em padrões ou referências serem seguidos em projetos de novas áreas ou poderiam ser consideradas como direcionadoras quando do desenvolvimento de projetos de melhoria do microclima em regiões já estabelecidas. Ou seja, uma contribuição relevante para o planejamento bioclimático de uma cidade passa pelo desenvolvimento de uma metodologia que ao mesmo tempo possa: Avaliar comparativamente o microclima de áreas de regiões já implantadas em uma cidade identificando aqueles que seriam benchmarking; possibilitar ações prescritivas de melhoria caso uma determinada área não pertença ao subconjunto de pontos benchmarking e estabelecer referências de ocupação para o planejamento de novas áreas.

Trabalhos futuros devem considerar um maior número de pontos para avaliação e a inclusão de parâmetros climáticos como umidade relativa do ar e velocidade do vento, entre outros.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o auxílio à pesquisa da FAPESP.

## Referências

- ASSIS, E. S.- Aplicações da Climatologia urbana no planejamento da cidade: revisão dos estudos brasileiros. **Rua**, Salvador, 9, jan./jun, p.20-25, 2006.
- Bowler, D. E. et.al. (2010) Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence, **Landscape and Urban Planning**, Vol.. 97, n. 3, p. 147-155.
- BRANDÃO, R. S. **As interações espaciais urbanas e o clima; incorporação de análises térmicas e energéticas no planejamento urbano**. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2009.
- CARVALHO, M.F.H.; SUGUIY, T.; SILVA, D. L. N.: Análise Da Eficiência Do Transporte Público Urbano Coletivo Sobre Pneus Para Cidades Brasileiras, In: **XIX Simpósio de Engenharia de Produção**, Bauru, SIMPEP 2012.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W. ; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units, **European Journal of Operational Research**, 2, 429-444, 1978.
- COOK, W.D., SEIFORD , L.M. Data envelopment analysis (DEA), Thirty years on Invited Review, **European Journal of Operational Research**, 192, 1-17, 2009.
- COOK, W.D.; ZHU **Data Envelopment Analysis- Modeling Operational Processes and Measuring Productivity**, Lexington,KY, USA, 2008.
- DACANAL, C. **Fragmentos florestais urbanos e interações climáticas em diferentes escalas: estudos em Campinas, SP**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – UNICAMP, 2011. 220p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, 2011.
- DUARTE, D.H.S. Variáveis urbanísticas e microclimas urbanos – modelo empírico e proposta de um indicador, **Forum Patrimônio amb. Constr e part sust**, Belo Horizonte, V.4 n.1 jan/jun, 2010.
- IBGE. Banco de dados Cidades: Informações sobre Municípios Brasileiros. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em: 19/02/2015.
- KARLSSON, M. (2000) Nocturnal Air Temperature Variations between Forest and Open Areas. **Journal of Applied Meteorology**, v.39, p.851-862.
- LINS, M. E; LOBO, M.S.C.; SILVA, A.C.M.; FISZMAN, R.; RIBEIRO, V.J.P.: O uso da Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliação de hospitais universitários brasileiros, **Ciência Saúde Coletiva**, v.12, n.4, Rio de Janeiro, 2007.
- MCT/INPE/CPTEC. Boletim de Informações Climáticas do CPTEC/IMPE. **Infoclima**. Ano 20. Numero 11, 2013. Acesso em: 15 jan 2015, Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/>.
- MOURA, A. L. D., RUBEM, A. P. D. S., & MELLO, J. C. C. B. S. (2016). Avaliação de empresas aéreas com modelo de análise envoltória de dados clusterizado pela escala de operação. **Journal of Transport Literature**, 10(1), 20-24.
- NAKAGAWA, K.. Recent trends of urban climatological studies in Japan, with special emphasis on the thermal environments of urban areas. **Geographical review of Japan, Series B**, 69(2), 206-224, 1996.

NDUKA I.C. , ABDULHAMED A.I. Classifying Urban Climate Field Sites by “Thermal Climate Zones” the Case of Onitsha Metropolis. **Research Journal of Environmental and Earth Sciences**. 3(2): 75-80, 2011.

OKE, T. R. Towards better scientific communication in urban climate. **Theoretical and Applied Climatology**.84, 179–190 DOI 10.1007/s00704-005-0153-0, 2006.

PMC. Perfil Municipal de Campinas. Dados Geográficos. **Prefeitura Municipal de Campinas**. Disponível em: <http://www.campinas.sp.gov.br/governo/seplama/dados-do-municipio/cidade/>. Acesso em: 19 fevereiro 2015, 2015

ROCHA, L. M. V.; SOUZA, L. C. L.; CASTILHO, F. J. V. Ocupação do Solo e Ilha de Calor Noturna em Avenidas Marginais a Um Córrego Urbano. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 161-175, out./dez. 2011.

ROSSI, F. A. e KRÜGER, E. L. . Análise da variação de temperaturas locais em função das características de ocupação do solo em Curitiba. **RA'É GA**, Curitiba, Editora UFPR, n. 10, p. 93-105, 2005.

Santos, L.M.; Reis, L.P.; Ferreira, M.A.M.; Dutra, D.R.:( 2012) Aplicação do modelo DEA para Avaliação do Desempenho dos Custos Logísticos em Empresas Brasileiras de Confeccções, **Revista de Administração da UNIMEP**, v.10, n.2, p.204-228.

SILVA, C., & ROMERO, M. (2009). O Desempenho Ambiental de Vias Arborizadas na Cidade de Teresina por Meio de Dados Sensoriais, Microclimáticos e Computacionais Com o Auxílio do envi-met. In: **Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**, Natal, 573-582.

SOLIMAN, M.; SILUK, J. C. M.; NEUENFELDT JR, A. L.; CASADO, F. L.; PARIS, S. R. Modelagem para avaliação da eficiência técnica de unidades universitárias. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 9, nº 1, jan-mar/2014, p. 69-83.

STEWART, I. D., OKE T. R., Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. **Bulletin of the American Meteorological Society**, 93, 1879–1900, : 2012.

WMO. Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites. **Instruments and Observing Methods Report No. 81**. WMO/TD-No.1250, 2006.

#### RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E DIREITOS AUTORAIS

A responsabilidade da correção normativa e gramatical do texto é de inteira responsabilidade do autor. As opiniões pessoais emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade, tendo cabido aos pareceristas julgar o mérito e a qualidade das temáticas abordadas. Todos os artigos possuem imagens cujos direitos de publicidade e veiculação estão sob responsabilidade de gerência do autor, salvo o direito de veiculação de imagens públicas com mais de 70 anos de divulgação, isentas de reivindicação de direitos de acordo com art. 44 da Lei do Direito Autoral/1998: “O prazo de proteção aos direitos patrimoniais sobre obras audiovisuais e fotográficas será de setenta anos, a contar de 1º de janeiro do ano subsequente ao de sua divulgação”.

O CADERNOS PROARQ (issn 1679-7604) é um periódico científico sem fins lucrativos que tem o objetivo de contribuir com a construção do conhecimento nas áreas de Arquitetura e Urbanismo e afins, constituindo-se uma fonte de pesquisa acadêmica. Por não serem vendidos e permanecerem disponíveis de forma *online* a todos os pesquisadores interessados, os artigos devem ser sempre referenciados adequadamente, de modo a não infringir com a Lei de Direitos Autorais.

PATRICIA REGINA CHAVES DRACH E GISELE SILVA BARBOSA

# Estudos da variação do microclima no centro da cidade do Rio de Janeiro: influência da morfologia e da vegetação

*Microclimate variation in downtown Rio de Janeiro: urban morphology and greenery's influence*

## Estudos da variação do microclima no centro da cidade do Rio de Janeiro: influência da morfologia e da vegetação

*Microclimate variation in downtown Rio de Janeiro: urban morphology and greenery's influence*

### Patricia Regina Chaves Drach

Professora Adjunta da Escola Superior de Desenho Industrial/ESDI, Universidade do Estado do Rio de Janeiro/UERJ. Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo, doutorado em Modelagem Computacional - LNCC/MCTI (2007) e pós-doutorados: no LNCC/MCTI (CNPq, 2008), no PROURB/FAU/ UFRJ (CNPq, 2008), na Glasgow Caledonian University, Reino Unido (CNPq/CsF, 2013/2014) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (CAPES, 2014/2015). Na área de Arquitetura e Urbanismo com ênfase em Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo, atua principalmente nos seguintes temas: conforto ambiental, pesquisa de campo, sustentabilidade ambiental e microclima urbano.

*Associate Professor at the Superior School of Industrial Design / ESDI, State University of Rio de Janeiro / UERJ. Graduated in Architecture and Urban Planning, PhD in Computational Modeling - LNCC / MCTI (2007) and postdoctoral studies: LNCC / MCTI (CNPq, 2008), in PROURB / FAU / UFRJ (CNPq, 2008), at Glasgow Caledonian University, United Kingdom (CNPq / CsF, 2013/2014) and Federal University of Rio de Janeiro (CAPES, 2014/2015). Works in the area of Architecture and Urban Planning with an emphasis on Technology at Architecture and Urban Planning, acting on in the following areas: environmental comfort, field research, environmental sustainability and urban microclimate.*

[patricia.drach@esdi.uerj.br](mailto:patricia.drach@esdi.uerj.br)

### Gisele Silva Barbosa

Professora Adjunta da Universidade Federal do Rio de Janeiro, do Departamento de Expressão Gráfica da Escola Politécnica (POLI-UFRJ). Professora do Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana da UFRJ. Possui Doutorado em Urbanismo pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestrado em Urbanismo pela mesma Instituição, Pós-graduação em Metodologia do Ensino Superior pela Faculdade Salesiana (Católica) e Graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo e de Engenharia Urbana, atuando principalmente nos seguintes temas: urbanismo, sustentabilidade, projeto urbano e expressão gráfica.

*Associate Professor at the Federal University of Rio de Janeiro, Department of Graphic Expression of the Polytechnic School (POLI-UFRJ). Professor of the Graduate Program in Urban Engineering from UFRJ. She has a PhD in Urban Planning at the Federal University of Rio de Janeiro, Master in the same Institution. She has also Postgraduate Higher Education Methodology of the Salesian College (Catholic) and Graduate in Architecture and Urban Planning at the Federal University of Juiz de Fora. She has experience in Architecture and Urban Planning and Urban Engineering, acting on the following topics: urban planning, sustainability, urban design and graphic expression.*

[giselebarbosa@poli.ufrj.br](mailto:giselebarbosa@poli.ufrj.br)

## Estudos da variação do microclima no centro da cidade do Rio de Janeiro: influência da morfologia e da vegetação

*Microclimate variation in downtown Rio de Janeiro: urban morphology and greenery's influence*

### Resumo

Em tempos de mudanças climáticas o interesse global sobre este tema abrange tanto as diversas áreas de conhecimento quanto a busca por soluções e meios de mitigar seus efeitos. Em regiões de clima tropical, como é o caso da cidade do Rio de Janeiro no Brasil, áreas sombreadas são importantes aliadas na redução da temperatura do ar, já que apresentam temperaturas menores do que aquelas observadas em regiões expostas ao sol e com características similares. A morfologia do local além de poder promover o sombreamento pode influenciar diretamente na canalização ou bloqueio da ventilação e conseqüentemente contribuir para a alteração do microclima. O sombreamento proporcionado por árvores e arbustos pode produzir um efeito expressivo por permitir a ventilação, a constante troca de ar e por influenciar diretamente a umidade relativa do ar. O objetivo deste trabalho é verificar, a partir dos dados de temperatura e umidade do ar coletados durante três verões, em quatro pontos da região central do Rio de Janeiro, a relação entre a morfologia local – presença de árvores de médio e grande porte – e a variação da temperatura do ar. Para atingir-se o objetivo proposto um levantamento preliminar de estudos teóricos relevantes sobre morfologia urbana e variação climática foi levado a cabo; em um segundo momento efetuou-se um extenso trabalho de campo visando a coleta tanto de dados microclimáticos do centro da cidade do Rio de Janeiro quanto da morfologia urbana de cada ponto verificado. A partir deste levantamento foi construída uma mancha das áreas analisadas para verificação do percentual aproximado de áreas vegetadas existentes. Os dados relativos à temperatura e à umidade do ar foram calibrados para permitir comparações entre os resultados. Como resultado é possível apontar a importância da morfologia urbana e especificamente da presença da vegetação em áreas urbanas, como meio de reduzir-se as temperaturas urbanas.

**Palavras-chave:** Clima urbano. Vegetação. Microclima. Morfologia Urbana.

### Abstract

*In an age of climate change, global interest in this topic encompasses multiple fields in both theoretical and practical knowledge perspectives. As local morphology can strongly influence microclimate behavior – through the channeling or hindrance of ventilation or through the casting of shadows –, shaded and/or vegetated areas gain special importance as a means to reduce urban temperature in tropical regions, such as the Brazilian city of Rio de Janeiro. This paper aims at analyzing the relationship between local morphology and temperature fluctuations; it does so by using temperature and relative humidity data collected in the course of three summers, in four strategic points of Rio de Janeiro's center. The methodology passed through three phases: a preliminary review of the relevant theoretical literature on urban morphology and climate change; a field trip phase, in which urban morphology and temperature data were collected; an data assembly phase, that encompassed the creation of vegetation maps and the assessment of the proximate percentage of vegetation coverage. The results indicate that urban morphology – specially vegetation coverage patterns – is a central factor in determining microclimate characteristics, and that higher vegetation coverage seems to lead to lower temperatures.*

**Keywords:** Urban Climate.Greenery.Microclimate. Urban morphology.

## Introdução

Durante o último século a cidade do Rio de Janeiro apresentou um processo de densificação urbana significativo. O custo da terra se tornou cada vez mais alto e a disputa por áreas de interesse econômico trouxe reflexos para o desenho urbano. A cidade do Rio de Janeiro passou por reformas significativas idealizadas e executadas pelo Prefeito Francisco Pereira Passos (1836 - 1913). Conhecida como Reforma Passos (1903-1906), o que resultou na implementação de uma grande modificação da morfologia inicial da cidade. A partir da década de 1950 a região do centro da cidade recebeu grandes edifícios e uma alteração significativa de gabarito restando apenas poucas edificações com até três pavimentos, principalmente nas áreas próximas à Avenida Rio Branco. Nos últimos cinquenta anos foram poucas as aberturas de vias ou alterações no espaço público, no entanto, os lotes existentes foram praticamente todos ocupados por edifícios altos e com pouco ou nenhum afastamento entre eles. Nas áreas livres públicas, as calçadas são estreitas, exceção feita às vias de maior interesse para o comércio. Além de “corredores” formados por edificações de alto gabarito em ruas estreitas com poucas exceções, a ausência de áreas vegetadas pode ser observada.

Esse artigo apresenta o resultado de coleta de dados do microclima e da morfologia urbana efetuados em quatro pontos do centro da cidade do Rio de Janeiro. A seleção dos pontos teve como critério principal a representação dos vários cenários observados no centro da cidade. A seguir, a partir destes dados, foram estabelecidas, possíveis relações entre a variação da temperatura intra-urbana e a morfologia local, particularmente correlacionando com a presença da arborização.

Os dados coletados fazem parte do trabalho de campo efetuado no projeto de pesquisa “Conforto Térmico em Espaços Abertos no Rio de Janeiro: Relação entre Adensamento Urbano e Formação de Ilhas de Calor” (Chamada CNPq /CAPES N ° 07/2011, processo 401387/2011-9) que envolveu a coleta de dados do microclima realizada durante três verões consecutivos (2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015).

A partir dos estudos individualizados e da calibração dos dados medidos os resultados obtidos em cada ponto puderam ser comparados e foram levantadas hipóteses que explicassem as variações da temperatura intra-urbana, baseadas em suporte teórico sobre a influência da arborização e da morfologia no microclima.

Os resultados da pesquisa, conforme esperado, apontam que a presença de vegetação interfere positivamente no microclima urbano. As diferentes morfologias locais impõem ritmos variados no meio urbano indicando que intervenções de qualquer ordem devem contar com o levantamento de dados climáticos e da morfologia urbana entre outros.

## Referencial Teórico

### **Relação do microclima com a morfologia urbana**

O processo global de crescimento da população urbana apresenta um ritmo acelerado e muitas cidades sofrem com o comprometimento de suas condições ambientais e da qualidade de vida de seus habitantes. A falta de mobilidade e de infraestrutura somam-se às questões sociais em quadros de crescimento não planejado, observados

principalmente em países em desenvolvimento.

As cidades influenciam e sofrem influência do meio ambiente. A existência de uma variedade de microclimas localizados em uma mesma região é notada ao percorrer trajetos com características diferentes de sombreamento, de arborização, de materiais de revestimento, da forma urbana, entre outras, onde o usuário do espaço experimenta diferentes sensações térmicas ao se deslocar. No caso de cidades como a do Rio de Janeiro, opções de projeto adequadas podem minimizar o problema de sobreaquecimento urbano, portanto, o rápido adensamento observado nas cidades deveria ser precedido de um planejamento urbano apropriado. Ao explorar a eficácia das formas urbanas é possível, por exemplo, reduzir o risco de sobreaquecimento e ainda atenuar suas consequências negativas.

Há uma demanda global por estudos relacionados ao clima urbano e às medidas de adaptação às alterações climáticas, resultando no aumento do uso de modelos para avaliar a eficácia de diversas ações de adaptação (Tomlinson et al., 2012). Estas avaliações almejam descrever não somente os efeitos atmosféricos, mas também os efeitos urbanos sobre os microclimas. O maior conhecimento das dinâmicas envolvidas pode ser ainda um grande aliado para diferenciação mais precisa dos efeitos relacionados às interferências da morfologia urbana daqueles causados por condições atmosféricas (Monteiro et al., 2012).

A cidade do Rio de Janeiro (22° 54' 10" S, 43° 12' 27" W) é caracterizada por um clima tropical com chuvas de verão (Aw) segundo a classificação climática de Köppen-Geiger. Fazem parte das estratégias de conforto para regiões quentes e úmidas, como é o caso do Rio de Janeiro, o controle da radiação solar direta, com a adoção de elementos de sombreamento e a promoção da perda de calor através da ventilação (Olgay, 2010; Lamberts et al., 1997).

A forma, os materiais, a localização entre outros, influem diretamente na dinâmica dos ventos e diferentes cenários podem canalizar ou bloquear a ventilação alterando a temperatura do ar local. A presença de edificações com pilotis, por exemplo, tende a proporcionar jatos de ar, efeito pilotis, onde a presença de vegetação (Romero, 2000) pode ser uma forma eficiente de controle. Também o efeito esquina, onde se formam correntes de ar no ângulo das edificações, pode ser amenizado com a presença de arborização com a função de diminuir a velocidade do vento e aumentar a porosidade.

Estudos realizados também para a cidade do Rio de Janeiro vêm apontando a possibilidade de interferir na sensação térmica dos usuários dos espaços abertos, através de alterações na morfologia urbana, tais como a modificação da forma, da posição, dos materiais etc. (BARBOSA et al., 2010; DRACH e CORBELLA, 2010). Assim, a introdução ou retirada de elementos do meio urbano e a troca de materiais de cobertura podem também ser intervenções passíveis de minimizar o problema do sobreaquecimento urbano.

### **Relação do microclima com a vegetação**

A radiação solar é um dos principais fatores que deve ser estudado no projeto urbano. Durante o dia a radiação é absorvida pelos materiais de revestimento urbano e durante a noite estes materiais passam a liberar o calor acumulado. A presença de

## Estudos da variação do microclima no centro da cidade do Rio de Janeiro: influência da morfologia e da vegetação

*Microclimate variation in downtown Rio de Janeiro: urban morphology and greenery's influence*

vegetação, principalmente de árvores de grande porte, contribui para a diminuição da radiação solar direta e conseqüentemente para menor absorção do calor pelos elementos urbanos. De acordo com Romero (2000), o uso de vegetação auxilia na absorção da radiação solar e na umidificação do ambiente através da evaporação. Além disso, o uso de materiais e cores pouco reflexivos nas superfícies ajudam a amenizar e a evitar a reflexão da radiação solar pelo espaço urbano.

Da mesma forma que a arborização pode amenizar a temperatura local por evitar a penetração da radiação solar direta e proteger as fachadas e as vias, ela também pode contribuir com a alteração da ventilação interferindo no efeito aerodinâmico dos ventos.

São muitos os benefícios para o conforto urbano proporcionados pela vegetação, no entanto, nem sempre a arborização é valorizada e bem utilizada. De acordo com o IBGE (2010), cerca de 68% do entorno dos domicílios particulares permanentes urbanos no Brasil é arborizado. Porém é observado que nas cidades maiores e principalmente nos centros urbanos esse percentual é reduzido. O recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) é de 12 m<sup>2</sup> por habitante, no entanto, no centro do Rio de Janeiro essa média é de 8,91 m<sup>2</sup> por habitante (FGV-Centro de Estudos em Sustentabilidade, acessado em 2016).

A influência das áreas verdes sobre o clima urbano vem sendo discutida em todo o mundo nos últimos anos e muitos apontam a falta de cobertura verde no ambiente urbano como fator intensificador da formação do efeito Ilha de calor urbana (ICU) (Wong e Yu, 2005).

Neste contexto, estudos apontam o crescimento de infraestruturas verdes nas cidades como um dos mais importantes métodos de mitigação do efeito ICU (Lu et al., 2012; Chen e Wong, 2006; Argiro e Marialena, 2003; Su e Hu, 1987). Segundo Olgyay (1968:56 apud Romero, 2000), uma superfície gramada pode apresentar uma redução de 5°C a 7°C de temperatura do ar se comparada a uma superfície construída, exemplificando a importância do uso de vegetação para amenizar altas temperaturas no meio urbano.

Os estudos acerca dos efeitos de resfriamento de regiões a partir da implantação de infraestruturas verdes fazem com que autores considerem estas estruturas como aliadas capazes de contribuir para a mitigação e adaptação das conseqüências negativas sobre o clima, esperadas num futuro próximo com as mudanças climáticas (Shimoda, 2003; Solecki et al., 2005). Oliveira et al. (2011) afirmam que mesmo pequenas áreas verdes são capazes de contribuir para a mitigação dos efeitos de ICU e do sobreaquecimento das cidades. Eles, contudo, alertam para o fato de que a performance térmica destas infraestruturas e sua influência em seu entorno depende das características climáticas e urbanas de cada cidade. Portanto, Oliveira et al. (2011) também apontam que mais estudos são necessários para que tenhamos informações mais detalhadas sobre este assunto, considerando as características específicas de cada cidade.

No caso específico de estratégias para áreas tropicais, Emmanuel (2005) sugere a necessidade de intervenções em espaços pequenos, procurando melhorias nas condições de conforto em cada quarteirão da cidade. Ele propõe o uso de materiais naturais (vegetação e água) como agentes de refrigeração, e apresenta em suas pesquisas, a eficiência das ações pontuais, mostrando que um grande número de pequenos parques pode influenciar o microclima de uma região e seu entorno. Emmanuel (2005) também afirma que os elementos de maiores potenciais de modificação climática de uma área apresentam baixa eficiência se não forem considerados em microescala.



composto por: sensor de temperatura e umidade do ar, anemômetro de copo com pá de vento, piranômetro de silício, coletor de água de chuva. Os sensores de temperatura do ar e umidade relativa, assim como o termômetro de globo, foram fixados à altura de 110 cm, conforme recomendações da ISO 7726 (ISO, 1998). O piranômetro foi fixado a 140 cm e o anemômetro a 150 cm, de modo que os dados coletados estivessem o mais próximo possível do nível do pedestre.

Os dados climáticos foram gravados de 5 em 5 segundos, e para que fossem obtidos resultados mais precisos, foi calculada uma média de todos os segundos, para composição do minuto. A pesquisa de campo realizada durante os três anos obteve diversos dados relevantes, no entanto, especificamente para esse trabalho, os dados mais relevantes são a temperatura do ar (T), umidade relativa (RH) e a velocidade do vento (v).

Como as medições foram feitas em dias variados, para calcular o fator de variação de cada data foram tomadas as médias diárias de cada dia, disponibilizadas no banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e subtraído o valor medido em campo para cada variável de interesse. Tal cálculo foi realizado para todas as datas e todas as medições de cada ponto. Após o cálculo das variáveis, foi tomado como referência o dia 24 de dezembro de 2012 e partir daí foram geradas todas as calibrações utilizando as variáveis encontradas no cálculo anterior.

Como complementação do trabalho foi efetuado o cálculo do índice de conforto para espaços abertos denominado temperatura fisiológica equivalente (Physiological Equivalent Temperature – PET). O PET é expresso em graus Celsius e foi definido por Höppe (1999) como sendo “a temperatura fisiológica equivalente em determinado ambiente (interno ou externo) à temperatura do ar de um ambiente interno de referência, no qual o balanço térmico humano é mantido com temperatura da pele e do centro do corpo iguais àsquelas das condições em avaliação”. O PET já vem sendo utilizado com frequência em estudos em climatologia urbana para cidades brasileiras (Abreu; Labaki, 2010; Hirashima, 2010; Monteiro; Alucci, 2010, 2013).

Para o cálculo do PET foi utilizada a ferramenta RayMan Pro (Matzarakis et al., 2010) com os resultados de temperatura do ar e umidade relativa já calibrados. Como a velocidade do vento é bastante variável foi considerada a velocidade de 1m/s, que segundo a Escala Beaufort, usada na previsão de tempo, corresponde a uma brisa ou bafagem.

A partir de imagens de satélite foram demarcadas as áreas arborizadas num raio de 150 metros dos locais das medições e calculada a porcentagem de vegetação na área selecionada no intuito de verificar se a arborização interfere diretamente na alteração microclimática. Com os dados obtidos é possível indicar as configurações que podem favorecer a redução da temperatura do ar – uma vez que se trata de uma cidade de clima quente – proporcionando um maior conforto ambiental dos usuários desses espaços públicos.

### **Resultados Obtidos e Discussão**

O primeiro ponto selecionado está localizado na Rua Pedro Lessa próxima à Biblioteca Nacional e possui edificações com gabaritos variados no entorno. A área é vegetada e possui arborização de porte médio e grande e, ainda, há a presença de canteiros gramados. Para o cálculo da mancha de vegetação, foi considerado um raio de 150 metros em torno do local de medição. No caso do Ponto 1, foi verificada uma porcentagem de 23% de áreas vegetadas. A tabela da Figura 2 [2] apresenta os valores medidos para os três verões de coleta de dados e, apresenta também os fatores de correção tomados a partir Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (INMET) e utilizados para calibração das variáveis.

## Estudos da variação do microclima no centro da cidade do Rio de Janeiro: influência da morfologia e da vegetação

*Microclimate variation in downtown Rio de Janeiro: urban morphology and greenery's influence*

FIGURA 2 – Dados medidos nos verões 2012-2013, 2013-2014 e 2014-2015 - Ponto 1.

Ponto 1	2012-2013 (verão)		2013-2014 (verão)		2014-2015 (verão)	
	Fator de variação	Valor calibrado	Fator de variação	Valor calibrado	Fator de variação	Valor calibrado
Temperatura do ar	0,20	29,76	0,78	30,34	0,02	29,58
Umidade relativa	6,19	70,19	3,58	67,58	9,54	73,54
Vel. do vento	-1,58	0,28	-0,21	1,66	-0,89	0,98
PET (sensação térmica)		37,90		40,10		39,60

\* Unidades: temperatura do ar e PET - °C; umidade relativa - % e ventilação - m/s.

O verão de 2012-2013 apresentou uma média de 29,7°C, com um fator de variação de 0,201 em relação à temperatura de referência (INMET). Pode-se observar que o verão de 2013-2014 apresentou uma variação de temperatura do ar, com relação à média da temperatura do ar para a cidade do Rio de Janeiro, relativamente maior do que nos demais verões.

A umidade relativa apresentou o maior fator de variação em relação a umidade média da cidade no verão de 2014-2015. Todos os fatores de variação foram positivos e relativamente altos com relação aos outros pontos e isso se deve principalmente à arborização existente que contribui para o aumento da umidade. No caso da velocidade do vento os fatores de variação foram negativos, o que representa que os obstáculos contribuíram para diminuir a velocidade dos ventos. Cabe aqui ressaltar a dificuldade em lidar com as imprecisões resultantes das constantes variações da velocidade e direção do vento, portanto, esses valores foram apresentados, mas não foram utilizados na construção do PET.

Na tabela da Figura 3 [3] é apresentada a descrição da localização do Ponto 1, onde pode ser verificada a presença significativa de áreas gramadas e arborizadas que, conforme observado por Olgay (2010), podem auxiliar na redução da temperatura do ar.

FIGURA 3 – Dados, mapas e imagens verificados - Ponto 1.

PONTO 1			
<p>O Ponto 1 está localizado na Rua Pedro Lessa, uma rua estreita com vegetação densa e, em grande quantidade. Lat e long (-22° 54' 35.8272"; -43° 10' 27.7932") DMS (-22.90995292; -43.17438662); 617m do mar. O segmento da rua selecionada possui edifícios altos e está localizado na metade do trecho de pedestres entre as Ruas Graça Aranha e México – situação de cruzamento de rua de pedestres e via motorizada. Esse trecho da rua apresenta densa vegetação e boa circulação de ar. Localização do equipamento e aplicação dos questionários: No meio da quadra e perto da banca de flores - em frente ao edifício Pedro Lessa.</p>			
Mapas	Vistas	Imagens FVC	FVC
<p>Visualização da Morfologia e do local de medição (Google Earth)</p>  <p>Mapa com mancha da vegetação. Raio de 150 metros</p>  <p>Porcentagem aproximada de área vegetada: 23%</p>	<p>Norte</p>  <p>Leste</p>  <p>Sul</p>  <p>Oeste</p> 	  	<p>horizon limitation: 97.0% sky view factor: 0.030</p> <p>Sem vegetação horizon limitation: 71.3% sky view factor: 0.287</p>

## Estudos da variação do microclima no centro da cidade do Rio de Janeiro: influência da morfologia e da vegetação

*Microclimate variation in downtown Rio de Janeiro: urban morphology and greenery's influence*

O Ponto 1 foi selecionado para representar os efeitos da vegetação e, portanto, é o que possui menor incidência de radiação solar direta devido ao sombreamento das árvores. Como contrapartida, esta intensa arborização pode redirecionar a circulação do ar, por vezes, reduzindo a ventilação local.

O Ponto 2 [4] está localizado em uma área mais ampla, apesar de possuir um entorno arborizado e com áreas gramadas. Corresponde a Praça Estado da Guanabara e conhecido como Largo da Carioca e possui uma morfologia com um grande espaço livre e edificações com gabaritos variados no entorno. Além disso, uma grande avenida liga a Praça da Guanabara à orla, o que promove uma boa ventilação [4].

FIGURA 4 – Dados medidos nos verões 2012-2013, 2013-2014 e 2014-2015 - Ponto 2.

Ponto 2	2012-2013 (verão)		2013-2014 (verão)		2014-2015 (verão)	
	Fator de variação	Valor calibrado	Fator de variação	Valor calibrado	Fator de variação	Valor calibrado
Temperatura do ar	2,39	31,95	2,24	31,80	1,79	31,35
Umidade relativa	-3,75	60,25	-5,09	58,91	-0,25	63,75
Vel. do vento	-0,01	1,86	-0,27	1,59	0,56	2,43
PET (sensação térmica)		42,30		41,90		41,50

\* Unidades: temperatura do ar e PET - °C; umidade relativa - % e ventilação - m/s.

Como pode ser verificado na tabela abaixo [5], o Ponto 2 apresenta fatores de variação de temperatura do ar mais elevados se comparado ao observado para o Ponto 1 resultando em correções superiores a 2° C maior nos verões de 2012-2013 e 2013-2014. Esse aumento fica ainda mais drástico se comparada a sensação térmica (PET) que apresentou um aumento de 4,4°C. Apesar do vento poder contribuir com a melhora da sensação térmica, o valor alto do fator de visão do céu (FVC) indica a intensa presença da radiação solar direta e pode ser notada a redução de áreas sombreadas [5].

FIGURA 5 – Dados, mapas e imagens verificados - Ponto 2.

PONTO 2			
<p>O <b>Ponto 2</b> está localizado na Praça Estado da Guanabara, Rua da Carioca, entre o Convento de Santo Antônio e o Edifício Avenida Central.            Lat e long (-22° 54' 24.1596"; -43° 10' 40.8864"), DMS (-22.90671141; -43.1780237). 767 m do mar            Trata-se de situação de praça urbana com via motorizada em apenas um dos lados. O seu entorno apresenta um conjunto de edifícios de formas e alturas variadas e na vista oeste há a presença do morro e do Convento de Santo Antônio.            Há poucas áreas sombreadas - um descampado sem vegetação com pavimentação em pedra portuguesa.            Apresenta boa circulação de ar.            Localização do equipamento e aplicação dos questionários: Entre o poste central – em frente ao Convento de Santo Antônio - e a Banca de Jornais.</p>			
Mapas	Vistas	Imagens FVC	FVC
<p>Visualização da Morfologia e do local de medição (Google Earth)</p>  <p>Mapa com mancha da vegetação. Raio de 150 metros</p>  <p>Porcentagem aproximada de área vegetada: 18%</p>	<p>Norte</p>  <p>Leste</p>  <p>Sul</p>  <p>Oeste</p> 	  	<p>horizon limitation: 54.6% sky view factor: 0.454 Sem vegetação</p> <p>horizon limitation: 53.1% sky view factor: 0.469</p>

O Ponto 3 localizado na rua Sete de Setembro representa uma região cujo entorno pode-se observar que o traçado histórico foi pouco modificado. No entanto, a altura das edificações foi significativamente alterada. A rua possui uma morfologia linear com edificações formando um corredor com gabaritos pouco variados. Conseqüentemente, é uma via com um baixo fator de visão do céu, muito sombreada por edificações, mas possui pouca arborização no entorno e praticamente nenhuma na via propriamente dita [6].

FIGURA 6 – Dados, mapas e imagens verificados - Ponto 3.

PONTO 3			
<p>O <b>Ponto 3</b> fica na Rua Sete de Setembro, no centro histórico da cidade do Rio de Janeiro. No trecho entre a Travessa do Ouvidor e a Avenida Rio Branco.                      Lat e long (-22° 54' 16.527"; -43° 10' 37.4838") DMS (-22.90459154; -43.17707956), 505m do mar</p> <p>O trecho apresenta situação de cânion urbano com edifícios parcialmente regulares em ambos os lados da via. Observa-se uma variação nos afastamento dos edifícios, o que resulta na presença de "nichos" ao longo da rua, ou seja, esta se estreita e alarga ao longo do trajeto. A circulação de ar é boa.</p> <p>Localização do equipamento e aplicação dos questionários: Entre a Drograria Pacheco e o McDonald.</p>			
Mapas	Vistas	Imagens FVC	FVC
<p>Visualização da Morfologia e do local de medição (Google Earth)</p> 	<p>Norte</p>  <p>Leste</p>  <p>Sul</p>  <p>Oeste</p> 	  <p>Sem vegetação</p> 	<p>horizon limitation: 88.9% sky view factor: 0.111</p> <p>Sem vegetação horizon limitation: 88.5% sky view factor: 0.115</p>
<p>Mapa com mancha da vegetação. Raio de 150 metros</p>  <p>Porcentagem de área sombreada pela vegetação: 8%</p>			

Como pode ser observado através dos fatores de variação na tabela [7], houve uma redução significativa da umidade relativa do ar em relação à média da cidade (INMET) e isso pode ser explicado pelo aumento da velocidade dos ventos. Por compor um corredor, a morfologia pode contribuir com a formação de uma corrente de ar, no entanto, mesmo com a via completamente sombreada por edificações, a temperatura continua crescendo com relação à média da cidade e o ar está mais seco do que em outras vias do entorno sombreadas por árvores [7].

FIGURA 7 – Dados medidos nos verões 2012-2013, 2013-2014 e 2014-2015 - Ponto 3.

Ponto 3	2012-2013 (verão)		2013-2014 (verão)		2014-2015 (verão) **	
	Fator de variação	Valor calibrado	Fator de variação	Valor calibrado	Fator de variação	Valor calibrado
Temperatura do ar	1,41	30,97	2,34	31,90	-	-
Umidade relativa	0,36	64,36	-0,76	63,24	-	-
Vel. do vento	-1,38	0,48	-0,48	1,39	-	-
PET (sensação térmica)		40,80		42,10		-

\* Unidades: temperatura do ar - °C; umidade relativa - % e ventilação - m/s. \*\* Sem dados coletados.

## Estudos da variação do microclima no centro da cidade do Rio de Janeiro: influência da morfologia e da vegetação

*Microclimate variation in downtown Rio de Janeiro: urban morphology and greenery's influence*

O Ponto 4 refere-se a rua Ramalho Ortigão esquina com a rua Sete de Setembro. Está localizado em uma esquina com um espaço livre razoável, mas bastante ocupado por atividades antrópicas. Possui uma arborização pouco densa, mas que interfere no FVC [8].

FIGURA 8 – Dados, mapas e imagens verificados - Ponto 4.

PONTO 4			
<p>O <b>Ponto 4</b> está localizado na esquina das ruas Sete de Setembro e Ramalho Ortigão.            Lat e long (-22° 54' 21.1716"; -43° 10' 47.4708") DMS (-22.90588126; -43.17985296). 826m do mar.            Esta última foi ocupada como terminal de ônibus até os anos 80, que incrivelmente se espremiavam pelas ruas Andradas e Buenos Aires para deixar o local. Após a retirada do terminal, a calçada foi bastante alargada e hoje é tomada por camelôs. A rua, bem como as adjacentes, voltou a ter paralelepípedos e tem tráfego restrito – serviços de entrega e limpeza.            Trecho relativamente aberto com boa circulação de ar. Localização do equipamento e aplicação dos questionários: Calçada em frente a árvore (vista norte).</p>			
Mapas	Vistas	Imagens FVC	FVC
<p>Visualização da Morfologia e do local de medição (Google Earth)</p> 	<p>Norte</p>  <p>Leste</p>  <p>Sul</p>  <p>Oeste</p> 	  	<p>horizon limitation: 74.8% sky view factor: 0.252</p> <p>Sem vegetação</p> <p>horizon limitation: 64.0% sky view factor: 0.360</p> <p>Sem vegetação</p>
<p>Mapa com mancha da vegetação. Raio de 150 metros</p>  <p>Porcentagem aproximada de área vegetada: 8,5%</p>			

O ponto localizado na rua Ramalho Ortigão apresentou fatores de variação altos para as temperaturas médias, o que mostra que as temperaturas medidas *in loco* foram mais altas do que a média da cidade no mesmo dia. No entanto, os fatores de variação de umidade foram negativos, sendo que em um dos anos esse valor foi bastante baixo [9]. Isso é justificado, pois foi verificado pelos dados do INMET (2016) que houve uma precipitação de 1200mm nesse dia que fez com que a média diária chegasse à 84% de umidade, sendo que no horário da medição de campo a chuva ainda não havia se formado.

FIGURA 9 – Dados medidos nos verões 2012-2013, 2013-2014 e 2014-2015 - Ponto 4.

Ponto 4	2012-2013 (verão)		2013-2014 (verão)		2014-2015 (verão)	
	Fator de variação	Valor calibrado	Fator de variação	Valor calibrado	Fator de variação	Valor calibrado
Temperatura do ar	1,41	30,97	2,34	31,90	3,16	32,72
Umidade relativa	0,36	64,36	-0,76	63,24	-23,92	40,08
Vel. do vento	-1,38	0,48	-0,48	1,39	-1,32	0,54
PET (sensação térmica)		41,00		41,90		42,70

\* Unidades: temperatura do ar e PET - °C; umidade relativa - % e ventilação - m/s.

## Estudos da variação do microclima no centro da cidade do Rio de Janeiro: influência da morfologia e da vegetação

*Microclimate variation in downtown Rio de Janeiro: urban morphology and greenery's influence*

Para possibilitar a comparação entre os cenários variados, conforme esclarecido em tópico anterior, os dados medidos foram calibrados, sendo calculado o fator de variação de cada data. Para tal, foram tomadas as médias diárias de cada dia (INMET), e para as variáveis de interesse.

Nos gráficos da Figura 10 [10] é possível observar os resultados. Dos quatro pontos escolhidos, o Ponto 1 apresentou melhores condições microclimáticas. Acredita-se que se obteve esse resultado devido à presença maciça de vegetação e da morfologia com gabaritos variados que permitem uma permeabilidade maior da ventilação [10].

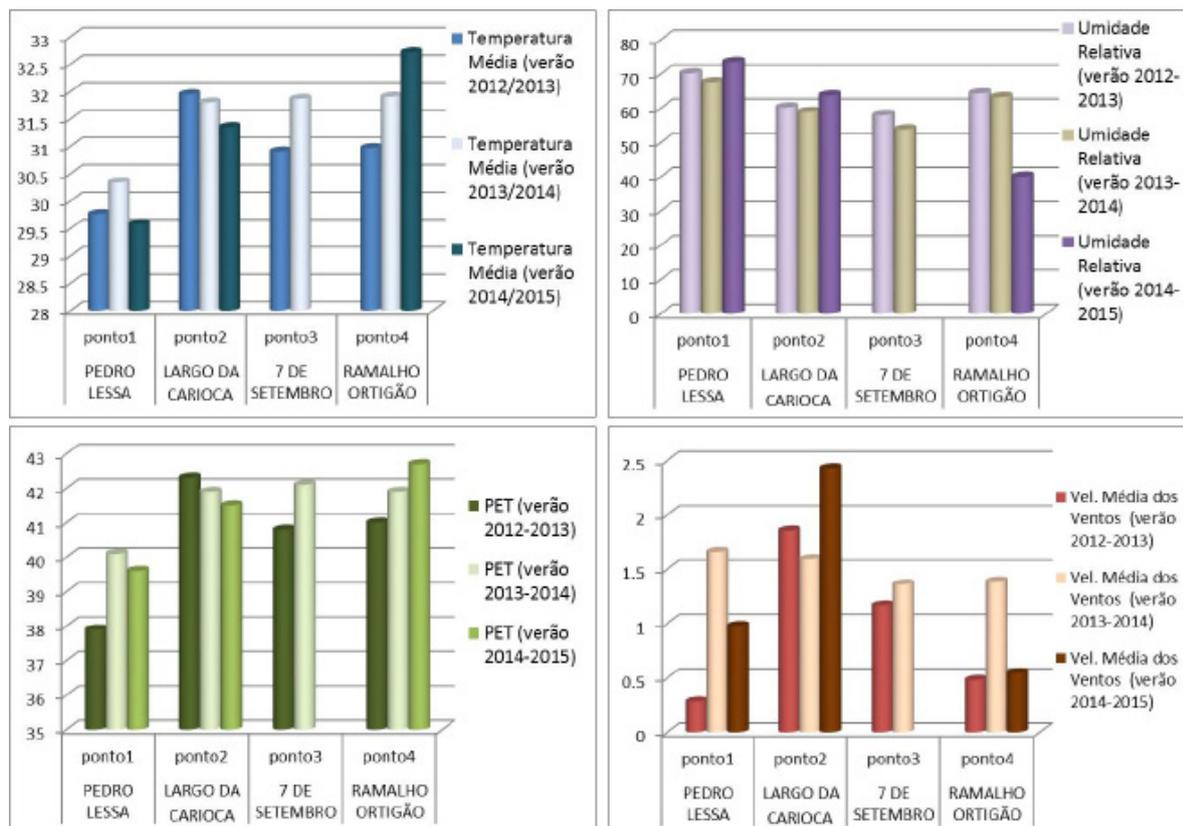


FIGURA 10 – Resultados: temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e PET para os verões de 2012-2013, 2013-2014 e 2014-2015.

Os resultados indicam a influência da vegetação no microclima [10] uma vez que os menores valores de temperatura do ar e as maiores umidades foram observadas no Ponto 1, para todos os verões estudados. O mesmo se repetiu em relação aos valores de PET, uma vez que a temperatura do ar é uma das variáveis de sua construção, mas não a única. Então é interessante observar o peso também da umidade relativa no seu cálculo, onde no Ponto 1, o cálculo do PET apresenta comportamento diferente ao observado para temperatura do ar.

Os pontos que apresentaram as temperaturas mais elevadas e também as maiores sensações térmicas foram o Ponto 2, na Praça da Guanabara (Largo da Carioca), e o Ponto 4, na Ramalho Ortigão. Na Praça da Guanabara a morfologia da praça com uma grande área livre facilitando a radiação solar direta, o maior fator de visão do céu e a baixa taxa de vegetação podem ter contribuído para o aumento das temperaturas

e sensação térmica. Também a morfologia com amplos espaços, a ligação por uma grande avenida com a orla e os gabaritos variados das edificações influenciaram na dinâmica dos ventos (maiores velocidades) e conseqüentemente na perda de umidade.

Já na Ramalho Ortigão a morfologia densa com edificações de gabaritos semelhantes (baixos), as vias estreitas dificultando a passagem dos ventos e a presença intensa de atividades antrópicas contribuíram para as altas temperaturas e baixas velocidades dos ventos. No Ponto 3, na Rua Sete de Setembro, esperava-se maiores velocidades do vento e conseqüentemente umidades médias menores, no entanto, verificou-se que apesar da morfologia da via ser estreita e com prédios altos formando um corredor, a direção predominante do vento é a Sudeste, e a direção da via é Noroeste/Sudoeste, o que resulta em uma barreira de prédios para o vento dominante.

Considerando a recomendação da Organização Mundial de Saúde de 12m<sup>2</sup> de área vegetada por habitante e considerando uma densidade média de 130 hab/ha no centro do Rio de Janeiro, somente as regiões do Ponto 1 (Pedro Lessa) e do Ponto 2 (Praça da Guanabara) possuem um índice de área vegetada acima do recomendado.

A partir dos dados obtidos observou-se que a morfologia é o principal fator determinante para o microclima e a vegetação pode intervir significativamente na melhora das condições climáticas.

## Considerações Finais

A importância das áreas vegetadas na urbe pode ser apontada como um dos resultados do trabalho de campo com coleta de dados do microclima durante três verões no centro do Rio de Janeiro.

A morfologia urbana contribuiu para as alterações microclimáticas locais. De acordo com cada desenho urbano e características específicas, a sensação térmica também sofreu alterações. Em áreas mais livres e que recebem brisa do mar através de outras vias, como é o caso da Praça da Guanabara, as temperaturas do ar apresentaram tendência à redução. No entanto, essas características morfológicas que inicialmente contribuiriam para uma melhor sensação térmica não apresentam os mesmos resultados em horários e dias de sol intenso, caso a área de radiação solar direta seja muito grande e não existam pontos de sombreamento.

A vegetação pode atuar como elemento de equilíbrio sombreando e reduzindo a radiação solar direta, conseqüentemente amenizando as temperaturas. A vegetação densa pode redirecionar o vento e, por vezes, promover o seu bloqueio, mas utilizada de forma esparsa permite a penetração de ventos auxiliando a renovação do ar e as trocas térmicas tão importante para regiões quentes.

Foi observado também que as regiões com maior porosidade, variação de gabaritos e as vias mais largas contribuem para a melhor permeabilidade dos ventos. Também as vias arborizadas se mostraram mais frescas por permitir a ventilação e inibir a radiação solar direta.

A relação entre o microclima e a morfologia urbana, além da inserção de elementos morfológicos como a arborização devem ser tratadas com cautela e levadas em consideração nas decisões de projeto urbano e planejamento, dada sua grande influência. É importante salientar que a inserção da vegetação na urbe, apesar de comprovada-

mente eficiente para a melhoria climática nos trópicos, deve ser realizada a partir de estudos mais aprofundados em conformidade com os demais elementos urbanos e com as infraestruturas para que a vegetação possa ser utilizada como uma aliada na solução de problemas.

## Agradecimentos

As autoras agradecem às agências de fomento: FAPERJ, CNPq e CAPES

## Referências

ABREU, L. V.; LABAKI, L. C. Conforto Térmico Propiciado Por Algumas Espécies Arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 103-117, out./dez. 2010.

ARGIRO, D.; MARIALENA, N. Vegetation in the urban environment: microclimate analysis and benefits. **Energy Buildings**, v.35, n.1, p. 69-76, 2003.

BARBOSA, G. S.; DRACH, P. R. C.; CORBELLA, O. D. A Comparative Study of Sprawling and Compact Areas in Hot and Cold Regions. In: **World Renewable Energy Congress, Proceedings...** Abu Dhabi, 2010.

BARBOSA, Gisele.; DRACH, Patricia.; ROSSI, Gabriella. Análise de Projeto Urbano a partir de parâmetros urbanos sustentáveis: alteração morfológica de Copacabana e algumas de suas consequências climáticas (1930-1950-2010), **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana.**, v.3, p.45 - 55, 2014.

CHEN, Y.; WONG, N.H. Thermal benefits of city parks. **Energy Building**. v38, n.2, p. 105-120. 2006.

DRACH, P. R. C.; CORBELLA, O. D. Estudo das Alterações na Dinâmica da Ventilação e da Temperatura na Região Central do Rio de Janeiro: mudanças na ocupação do solo urbano. In: **Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, Proceedings...** Faro: PLURIS, 2010.

EMMANUEL, M. R. **An Urban Approach to Climate-Sensitive Design: Strategies for the tropics**. 1° ed. London: Spon Press. 2005.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV, **Centro de Estudos em Sustentabilidade**. <http://gvyces.com.br/indice-verde-do-rio-revela-cidade-partida?locale=pt-br#sthash.Jk8I-7q8Y.dpuf>. acessado em janeiro de 2016.

HIRASHIMA, S. Q. S. **Calibração do Índice de Conforto Térmico: temperatura Fisiológica Equivalente (PET) Para Espaços Abertos do Município de Belo Horizonte, MG**. Belo Horizonte, 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 21 jan. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **BDMEP - Banco de Dados**

## Estudos da variação do microclima no centro da cidade do Rio de Janeiro: influência da morfologia e da vegetação

*Microclimate variation in downtown Rio de Janeiro: urban morphology and greenery's influence*

**Meteorológicos para Ensino e Pesquisa.** <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> Acessado em janeiro de 2016.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7726: ergonomics of the thermal environment: instruments for measuring physical quantities.** Geneva. 1998.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo: PW Editores, 1997.

LU, J.; LI, C.; YU, C.; JIN, M.; DONG, S. Regression analysis of the relationship between urban heat Island effect and urban canopy characteristics in a mountainous city. **Indoor and Built Environment.** Chonging, v.21, n.6, pp.821-836, ago. 2011.

MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model, **International Journal of Biometeorology** 54, 131-9, 2010.

MONTEIRO, A.; VELHO, S.; GOIS, J. A importância da fragmentação das paisagens urbanas na Grande Área Metropolitana do Porto para a modelização das ilhas de calor urbano – uma abordagem metodológica, **Revista da Faculdade de Letras da FLUP**, 1:III, 123-59, 2012.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Comparação Cruzada Entre Pesquisas Laboratoriais e de Campo em Conforto Térmico em Espaços Abertos Urbanos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 79-101, out./dez. 2010.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Índices de Conforto Térmico em Espaços Urbanos Abertos. Fórum Patrimônio: **Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável**, v. 3, n. 2, 2013.

NUCCI, J.C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP).** São Paulo: USP, FFLCH, 2001.

OLGYAY, Victor. **Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas.** Barcelona. Editora Gustavo Gili, 2010.

OLIVEIRA, S.; ANDRADE, H.; VAZ, T. The cooling effect of green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat: a case study in Lisbon. **Building and Environment.** v.46, n.11, p. 2186-2194, nov. 2011.

ROMERO, Marta A. B. **Princípios Bioclimáticos para o desenho urbano.** Brasília: Ed.EDU, UNB, 2000.

SHIMODA, Y. Adaptation measures for climate change and the urban heat island in Japan's built environment. **Building Research and Information.** v.31, n.3-4, p. 222-30. 2003.

SOLECKI, W. D.; ROSENZWEIG, C.; PARSHALL, L.; POPE, G.; CLARK, M.; COX, J.; WIENCKE, M. Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey. **Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards.** v.6, n.1, p. 30-49. 2005.

SU, C. X.; HU, Y. Q. Microclimate characteristics and “cool island effect” of Hexi area. **Atmospheric Sciences.** v.12, p. 4-11. 1987.

TOMLINSON, C.J.; CHAPMAN, L.; THORNES, J.E.; BAKER, C.J. Derivation of Birmingham's summer surface urban heat island from MODIS satellite images, **International Journal of Climatology**, 32, 2214-42, 2012.

UNITED NATIONS, **UN (2011) World Urbanization Prospects**, Nova Iorque: United Nations, 2011.

WONG, H. N.; YU, C. Study of green areas and urban heat island in a tropical city. **Habitat International**. V.29, n.3, p. 547-558, set. 2005.

#### RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E DIREITOS AUTORAIS

A responsabilidade da correção normativa e gramatical do texto é de inteira responsabilidade do autor. As opiniões pessoais emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade, tendo cabido aos pareceristas julgar o mérito e a qualidade das temáticas abordadas. Todos os artigos possuem imagens cujos direitos de publicidade e veiculação estão sob responsabilidade de gerência do autor, salvaguardado o direito de veiculação de imagens públicas com mais de 70 anos de divulgação, isentas de reivindicação de direitos de acordo com art. 44 da Lei do Direito Autoral/1998: "O prazo de proteção aos direitos patrimoniais sobre obras audiovisuais e fotográficas será de setenta anos, a contar de 1º de janeiro do ano subsequente ao de sua divulgação".

O CADERNOS PROARQ (issn 1679-7604) é um periódico científico sem fins lucrativos que tem o objetivo de contribuir com a construção do conhecimento nas áreas de Arquitetura e Urbanismo e afins, constituindo-se uma fonte de pesquisa acadêmica. Por não serem vendidos e permanecerem disponíveis de forma *online* a todos os pesquisadores interessados, os artigos devem ser sempre referenciados adequadamente, de modo a não infringir com a Lei de Direitos Autorais.

ANDREA COELHO LARANJA, NATHÁLIA SIMONETTI FERREIRA E CRISTINA ENGEL ALVAREZ

## Iluminação natural no ambiente interno e refletância das superfícies externas: análise a partir das curvas isolux

*Indoor daylighting and reflectance of external surfaces: analysis from isolux curves*

## Iluminação natural no ambiente interno e refletância das superfícies externas: análise a partir das curvas isolux

*Indoor daylighting and reflectance of external surfaces: analysis from isolux curves*

### **Andrea Coelho Laranja**

Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Espírito Santo (1995), Mestrado em Arquitetura pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2000), Doutorado em Ciências em Arquitetura pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2010). Atualmente é Professora Adjunta da Universidade Federal do Espírito Santo no Curso de Arquitetura e Urbanismo. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Conforto Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: eficiência energética, arquitetura bioclimática, ergonomia na arquitetura.

*Graduated in Architecture and Urban Planning at the Federal University of Espírito Santo (1995). Holds a Master's degree in Architecture from the Federal University of Rio de Janeiro (2000) and Phd in Architecture from the Federal University of Rio de Janeiro (2010). She is currently Assistant Professor at the Federal University of the Espirito Santo in the Course of Architecture and Urban Planning. She has experience in Architecture and Urban Planning, with emphasis in Environmental Comfort, acting on the following topics: energy efficiency, bioclimatic architecture, ergonomics in architecture.*

**andreacoelholaranja@gmail.com**

### **Nathália Simonetti Ferreira**

Aluna de Iniciação Científica do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Espírito Santo.

*Scientific Initiation Student of Architecture and Urban Planning Course of the Federal University of Espirito Santo.*

**nathaliasimonetti@hotmail.com**

### **Cristina Engel Alvarez**

Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos(1987), mestrado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo(1996) e doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo(2003). Atualmente é Professor Associado III da Universidade Federal do Espírito Santo, atua como membro de diversos Conselhos e Comitês Científicos, tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, atuando principalmente nos seguintes temas:Sustentabilidade, Locais Remotos, Ecoarquitetura, Metodologia, Meio Ambiente e Projeto de Arquitetura.

*Graduated in Architecture and Urban Planning from Universidade do Vale do Rio dos Sinos (1987), Master in Architecture and Urban Planning at the University of São Paulo (1996) and PhD in Architecture and Urban Planning at the University of São Paulo (2003). She is currently Associate Professor III of the Federal University of Espirito Santo, is a member of several Boards and Scientific Committees. Has experience in Architecture and Urban Planning, acting on the following topics: Sustainability, Remote Sites, Ecoarchitecture, Methodology, Environmental and Architectural Design.*

**cristina.alvarez@ufes.br**

## Iluminação natural no ambiente interno e refletância das superfícies externas: análise a partir das curvas isolux

*Indoor daylighting and reflectance of external surfaces: analysis from isolux curves*

### Resumo

O presente estudo trata da iluminação natural no ambiente interno, com foco específico para as relações entre superfícies refletoras externas e a disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno. O objetivo da pesquisa foi investigar o comportamento da curva isolux de um ambiente interno em função da variação de suas superfícies refletoras externas. A metodologia adotada partiu da revisão bibliográfica onde foram identificados estudos que apontam as correlações entre superfícies refletoras e iluminação natural no ambiente interno, como estratégia para disponibilizar iluminação natural adequada nestes espaços. Como instrumento de análise e teste das hipóteses levantadas, foram realizadas simulações com o uso do programa computacional TropLux, para um modelo caracterizado por um ambiente residencial, de acordo com a regulamentação edilícia de uma capital brasileira – Vitória (ES) –, utilizando para isto três condições diferenciadas de céu, em função da CIE - Commission Internationale l'Eclairage, em três condições diferentes de superfícies refletoras externas. A análise do ambiente em estudo é realizada por meio da construção de curvas isolux em pontos específicos do ambiente, em horários e dias do ano pré-estabelecidos. Os valores utilizados para construção da curva isolux foram gerados através das simulações do software TropLux, num ambiente de geometria retangular com abertura voltada para a orientação norte, na cidade de Vitória (latitude 20° 19' S). Através dos resultados obtidos para o céu 3 (encoberto), céu 7 (parcialmente nublado) e céu 12 (claro), concluiu-se que nos pontos localizados na curva isolux, apesar do decaimento da média anual de Iluminância Interna e dos maiores valores de iluminância serem provenientes das maiores refletâncias externas, há uma grande potencialidade das refletâncias externas em variar os níveis de iluminação no ambiente interno, principalmente nos pontos mais distantes das aberturas, localizados a 2,0m ou mais metros da abertura.

**Palavras-chave:** Superfícies refletoras. Curva isolux. Profundidade dos ambientes. Iluminação natural.

### Abstract

This study deals with daylighting in the indoor environment, with a particular focus on the relationship between external reflective surfaces and the availability of indoor daylighting. The objective of the research was to investigate the behavior of isolux curves indoors due to changes in their external reflective surfaces. The method used was derived from a literature review in which studies were identified that showed a correlation between reflective surfaces and daylighting in the indoor environment as a strategy to provide adequate daylight in these spaces. As an analytical tool and a way to test the hypotheses, simulations were carried out using the TropLux computer program for a model characterized by a residential environment, according to the building regulations of a Brazilian capital – Vitória, Espírito Santo [ceal] (latitude 20° 19'S). The opening was oriented to the North in the simulations, using three different sky conditions as determined by the CIE – Commission Internationale l'Eclairage – in three different conditions of external reflective surfaces. The analysis of the environment under study is done by constructing isolux curves at specific points in the environment, at pre-established times and days of the year. Based on the results obtained for sky 3 (overcast), sky 7 (partly cloudy), and sky 12 (clear), it was concluded that the points located on the isolux curve, despite the decay of the average annual Internal Illuminance and higher illuminance values from the largest external reflectance, there is a great potential for external reflectance in changing daylight levels in the indoor environment, especially in the most distant points of the openings, located 2.0 m or farther away from the opening.

**Keywords:** Reflective surfaces. Isolux curve. Depth of the environments. Daylighting.

## Introdução

A iluminação natural desempenha importante função na redução do consumo de energia elétrica da edificação, uma vez que possibilita o menor uso da luz artificial ao longo do dia. Além disso, uma melhor distribuição da iluminância no ambiente interno oferece ao usuário maior conforto visual para a realização das atividades. Deste modo, busca-se uma uniformização desta iluminação natural ao longo do ambiente, visto que em situações de iluminação unilateral, a área próxima da abertura pode ter problemas com ofuscamento, enquanto a região mais distante recebe menor iluminação (ROCHA, 2012). Assim, pode-se afirmar que somente o provimento de luz natural em um ambiente não é suficiente para garantir conforto, visto que essa iluminação tem que ser, também, minimamente uniforme.

Dentre as variáveis que interferem na iluminação natural no ambiente interno, pode-se citar a característica das superfícies refletoras. Acrescenta-se, de acordo com os resultados de inúmeras pesquisas, a necessidade de restrição da profundidade dos ambientes internos como forma de garantir disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno, podendo ser citados O'Connor et al. (1997), Muller et al. (1997, apud LEDER, 2007), Iwashita (1999), Capeluto (2003) e Reinhart (2005).

A interferência dos elementos urbanos na quantidade e qualidade da iluminação interna foi objeto de estudo de vários pesquisadores. Hopkinson et al. (1975) e Lam (1986), há mais de 30 anos, já afirmavam que a iluminação natural refletida nas superfícies das edificações do entorno é um elemento de grande contribuição da iluminação natural do ambiente internos. Posteriormente, Li et al. (2006) complementa citando que a luz natural refletida pode ser considerada como a principal fonte de iluminação nos ambientes internos das edificações residenciais multipavimentos. Ng e Wong (2004) destacam que em condições urbanas densas, a luz refletida tem papel fundamental na contribuição da iluminação natural do ambiente interno, sendo que tal contribuição dependerá da capacidade de reflexão das superfícies e se estas são iluminadas. Hopkinson et al. (1975), Tregenza (1995) e Cabús (2002) completam que também a contribuição do solo é grande colaboradora para aumentar os níveis de iluminação total no ambiente interno.

Embora seja notória a interferência do ambiente externo na quantidade e qualidade de luz no interior dos ambientes, observa-se que a legislação urbana, principalmente municipal, raramente trata do assunto considerando esse aspecto específico. O Estatuto da Cidade (BRASIL, 2009) define a obrigatoriedade de realização do Relatório de Impacto Urbano (RIU) bem como do Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) para grandes empreendimentos. Em ambos instrumentos é dada notória ênfase aos impactos relacionados ao sistema viário e de transportes quando comparado às demais questões, porém, no inciso VI do Art. 37 da citada Lei, verifica-se a explicitação da necessidade de estudos relacionados à ventilação e iluminação.

Destaca-se que no Plano Diretor de Vitória, local de desenvolvimento desta pesquisa, na seção II que trata do Estudo de Impacto de Vizinhança, o art. 144 especifica os aspectos a serem analisados para a elaboração do relatório de avaliação de impacto. Entre seus 15 itens encontra-se o inciso XIV, que aborda a necessidade de estudos de “ventilação, sombreamento do entorno, poluição luminosa, incomodidades decorrentes da reflexão das superfícies exteriores” (VITÓRIA, 2006, p. 69)

Desta forma, buscando contribuir tanto para os estudos específicos na área de conforto luminoso como, também, para possível estudos relacionados ao impacto de vi-

zinhança, esta pesquisa tem como finalidade a avaliação, a partir de curvas isolux, do comportamento da iluminação natural ao longo do ambiente interno, considerando que o mesmo está inserido em uma geometria urbana com edificações obstruidoras de dimensões fixas. Buscou-se avaliar, à medida que são variadas as refletâncias das superfícies externas, a real interferência que esta variação ocasiona na distribuição da luz no ambiente e sua contribuição para a homogeneização da iluminação natural do ambiente interno.

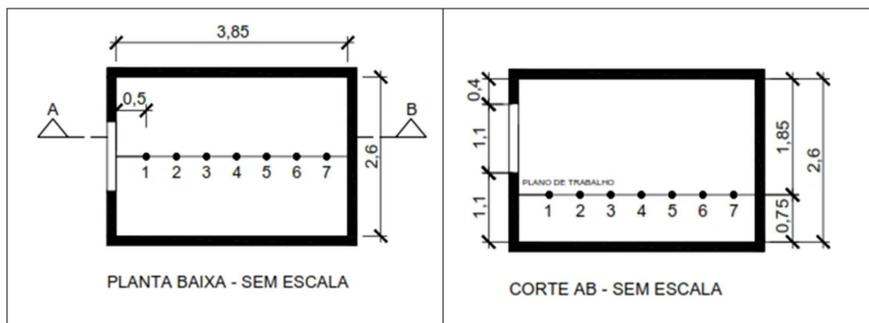
## Metodologia

A metodologia iniciou com a revisão bibliográfica, em que foram pesquisadas referências sobre a relação da luz natural no ambiente interno com as refletâncias das superfícies. Deu-se prosseguimento com a utilização do software Troplux 6.07 (CABÚS, 2012), onde foram feitas simulações computacionais. O software possibilita a simulação das características da iluminação natural em ambiente interno, sendo possível a configuração de céus por meio da proposta da CIE (CABÚS, 2006). No input do software são inseridas, por meio de coordenadas, as características adotadas para o modelo em estudo, ou seja, a geometria urbana e o ambiente interno. Também são fornecidas as seguintes informações: a cidade em que o modelo está localizado; os pontos de medição no ambiente interno; a refletância das superfícies internas e externas; a orientação das aberturas; e os horários e dias das simulações. Por fim são definidos os tipos de céus que serão analisados. A partir destas, são obtidos os resultados referentes aos pontos de medição localizados no ambiente interno.

No que se refere ao ambiente em estudo, este localiza-se em Vitória-ES (LAT 20° 19' S) e o ambiente interno foi projetado com dimensões de 2,6 x 3,85 x 2,6 m, (largura, comprimento e pé direito respectivamente), adotado por representar os condicionantes inerentes ao código de obras de Vitória, ES (VITÓRIA, 2006). O ambiente interno foi situado no primeiro pavimento tipo, que equivale ao quarto pavimento do edifício, sendo o térreo o primeiro pavimento, a garagem o segundo pavimento e a área de lazer o terceiro pavimento. Reitera-se tratar-se de uma tipologia edificatória comum para a Região Metropolitana de Vitória. Foram então definidos sete pontos de avaliação dentro do ambiente, estabelecidos a partir das recomendações da NBR 15215-4 (BRASIL, 2005), que normaliza a altura do ponto de medição para iluminação natural, bem como a distância máxima entre os pontos. Assim, os pontos foram localizados em linha reta, no meio do ambiente, a uma altura de 75 cm do piso, sendo o ponto 1 o mais próximo da abertura e os pontos subsequentes distanciando-se a cada 0,5 m entre si. Desta forma, e conforme ilustrado na Figura [1], os pontos foram localizados da seguinte forma em relação à profundidade do ambiente: PT 1 = 0,5 m; PT 2 = 1,0 m; PT 3 = 1,5 m; PT 4 = 2,0 m; PT 5 = 2,5 m; PT 6 = 3,0 m; e PT 7 = 3,5 m.

FIGURA 1 – À esquerda, planta baixa e à direita, corte do ambiente interno simulado no estudo, com marcação dos pontos avaliados.

Fonte: Acervo dos autores, s/d



A geometria urbana do entorno foi definida a partir das classificações dadas pelo Plano Diretor de Vitória (fonte), caracterizando-se por via frontal do tipo “Local Principal” com 18m de largura. Considerando o cenário urbano comumente encontrado em áreas de expansão de Vitória, foram consideradas três edificações obstruidoras com 45 m de altura, afastamentos laterais de 1,5m, e afastamento frontal e de fundos de 3m. A largura de via (L) e a altura da edificação obstruidora(H) compreendem uma relação de  $H=2,5 \times L$ , Figuras [2]. [3].

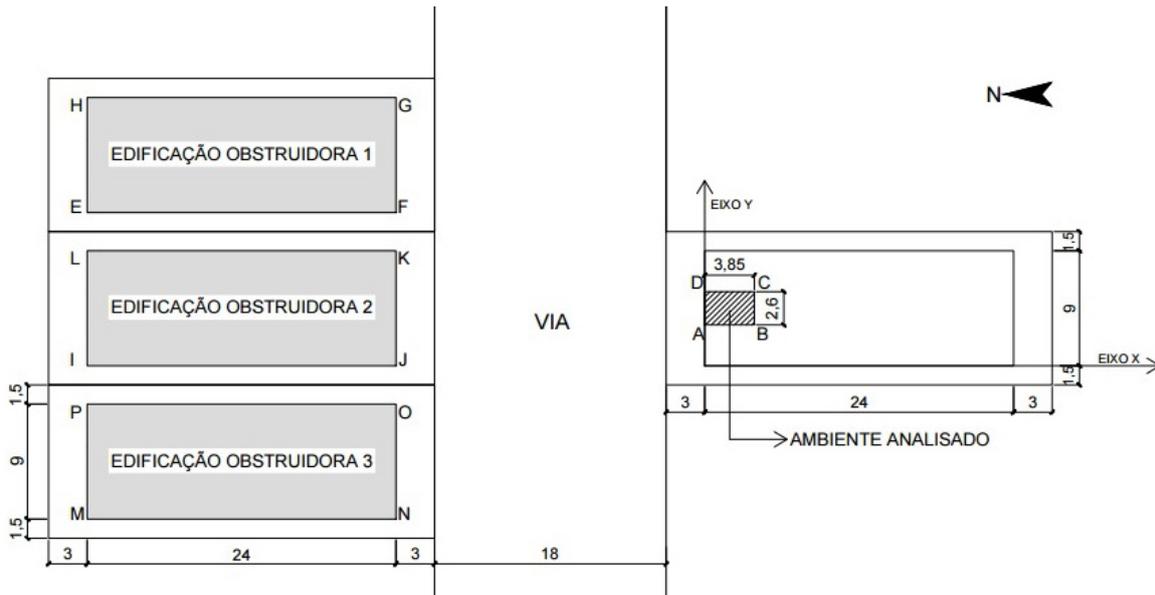


FIGURA 2 – Composição da geometria urbana de interferência em relação ao ambiente interno estudado.

Fonte: Acervo dos autores, s/d

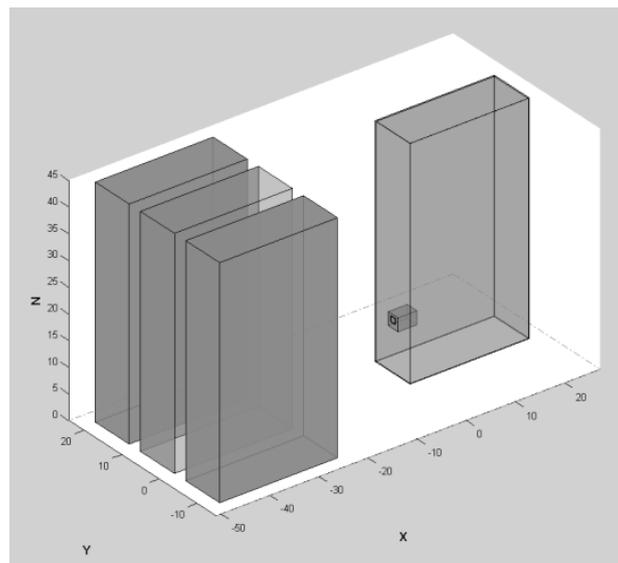


FIGURA 3 – Volumetria da geometria urbana gerada pelo programa Troplux 6.07.

Fonte: Acervo dos autores, s/d

As simulações foram feitas com a abertura orientada para Norte (azimute 180°), compreendendo 11 horas cheias do dia, de 7h00 às 17h00, em todos os dias do ano. Foram utilizados os céus padrões da CIE (International Commission on Illumination), e neste estudo específico optou-se pelo céu 3 (encoberto), céu 7 (parcialmente nublado) e o céu 12 (claro), uma vez que estes são compreendidos como os valores mínimo, médio e máximo, respectivamente, da média anual dos valores de iluminância interna (AUTOR, 2010). As simulações foram realizadas variando-se a refletância das superfícies externas das edificações obstruidoras em 0,6 (p.e. revestimentos de cerâmica clara, pinturas cinza claro ou amarelo, pedra calcária); 0,4 (p.e. concreto, cimento, calcário médio); e 0,2 (p.e. calçamento, terra seca, granito, tijolo, madeira média). O piso externo foi fixado em coeficiente de reflexão 0,2.

A partir dos resultados obtidos nas simulações são geradas curvas isolux que permitem avaliar o comportamento da luz natural ao longo do ambiente pré-estabelecido, a partir da variação das refletâncias das superfícies externas. Desta forma são analisados as médias anuais de iluminância interna em cada ponto estabelecidos na curva isolux, bem como os percentuais de horas em função dos intervalos das UDI (Useful Daylight Illuminances) apresentados por Nabil e Mardaljevic (2006). Os intervalos das UDI são classificados como: insuficientes quando os valores são inferiores a 100 lx; suficientes mas com necessidade de iluminação complementar, quando os valores estão entre 100 e 500 lx; suficientes quando os valores estão entre 500 e 2000 lx; e excessivos quando os valores são superiores a 2000 lx. Nesta pesquisa, os resultados das simulações foram analisados utilizando-se como referência dois intervalos de valores das UDIs, de acordo com a faixa de intervalo suficiente, ou seja:

- a)  $100 \leq \text{UDI} < 500$  lx - faixa de intervalo suficiente, mas que necessita de iluminação complementar;
- b)  $500 \leq \text{UDI} < 2000$  lx - faixa de intervalo suficiente.

## Resultados e Discussão

Através do programa Tropix foi constituído o cenário para as simulações do modelo em estudo, das quais fazem parte a geometria urbana, as edificações obstruidoras, o ambiente interno, as informações sobre a cidade e os céus utilizados. A partir da adoção das características refletoras do ambiente interno – 0,2 para piso; 0,8 para paredes; e 0,8 para teto – foram feitas simulações com a abertura orientada para Norte, céu 3 (encoberto), céu 7 (parcialmente nublado) e o céu 12 (claro).

Os valores das médias anuais de iluminância interna, assim como os percentuais das UDI, de cada um dos 7 pontos alocados no plano de trabalho do ambiente interno foram gerados através das simulações, permitindo que os resultados fossem comparados aos intervalos das UDI que se encontram entre  $100 \leq \text{UDI} < 500$  lx e  $500 \leq \text{UDI} < 2000$  lx, medidos em porcentagem de horas por dia.

As Tabelas e os Gráficos gerados permitiram observar, ao longo da curva isolux e em função das diferentes condições de refletância externa, como ocorrem as alterações

nas médias anuais de iluminância interna e nos percentuais de horas do dia dos intervalos das UDI.

### Análise dos resultados

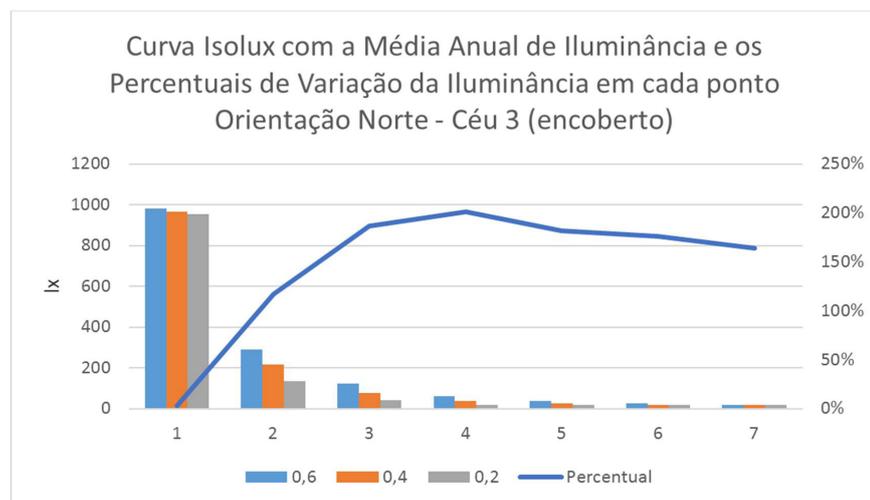
#### Análise das alterações nas médias anuais de iluminância interna

O Gráfico [1]. [2]. [3] apresentam as médias anuais de iluminância interna respectivamente para o céu 3 (encoberto), céu 7 (parcialmente nublado) e céu 12 (claro). Para todas as refletâncias testadas, nota-se na curva isolux um decaimento da média anual de iluminância à medida que os pontos considerados na análise estão posicionados mais distanciados da abertura. Observa-se que, de uma forma geral, a maior refletância externa contribui de maneira mais satisfatória para o aumento dos níveis de iluminância no ambiente interno em todos os pontos da curva isolux.

Ainda no Gráfico [1], observando a curva que mostra o Percentual de Variação de Iluminância, nota-se que esta curva aumenta progressivamente do ponto mais próximo da abertura até o ponto 4 (1,0 m da abertura), e a partir daí há uma redução à medida que os pontos se afastam da abertura. No ponto 1 (0,5 m da abertura) há apenas um pequeno aumento percentual quando se comparam os resultados obtidos da refletância máxima e mínima testada. Após há um aumento progressivo nestes percentuais, crescendo até o ponto 4 (2,0 m da abertura) a potencialidade das diferentes condições de refletância externa em alterar as médias anuais de iluminância interna. Neste ponto 4 (2,0 m da abertura) há uma variação percentual que chega a cerca de 200% quando se compara a menor com a maior iluminância no ponto. Após o ponto 4 (2,0 m da abertura) a medida que os pontos se afastam da abertura, vai sendo reduzida a influência das diferentes condições de refletância externa nas médias anuais de iluminância interna. Apesar disto os percentuais de variação da iluminância conservam-se bastante elevados – aproximadamente acima de 150% – quando se comparam os resultados provenientes da maior e menor refletância no ponto.

Conclui-se que, de uma forma geral, apesar do decaimento da média anual de Iluminância Interna e dos maiores valores de iluminância serem provenientes das maiores refletâncias externas, há uma grande potencialidade das refletâncias externas em variar os níveis de iluminação no ambiente interno, principalmente nos pontos mais distantes das aberturas, após 2,0m da abertura.

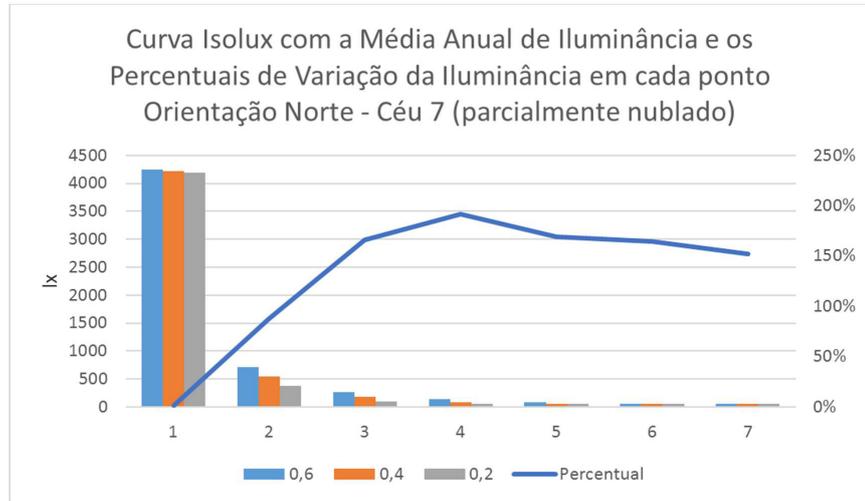
GRÁFICO 1 – Curva isolux com a média anual de iluminância interna média e os Percentuais de variação da Iluminância, em função dos pontos ao longo da profundidade do ambiente interno, para Céu 3 (encoberto) e orientação Norte.



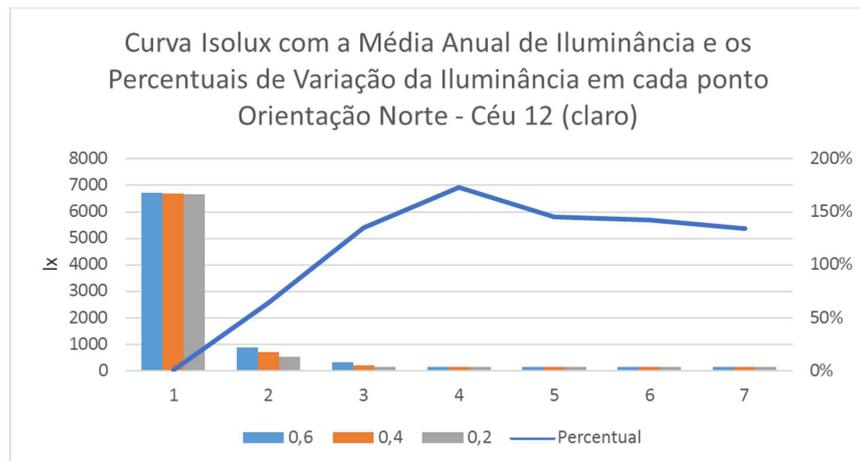
## Iluminação natural no ambiente interno e refletância das superfícies externas: análise a partir das curvas isolux

*Indoor daylighting and reflectance of external surfaces: analysis from isolux curves*

**GRÁFICO 2** – Curva isolux com a média anual de iluminância interna média e os Percentuais de variação da Iluminância, em função dos pontos ao longo da profundidade do ambiente interno, para Céu 7 (parcialmente nublado) e orientação Norte.



**GRÁFICO 3** – Curva isolux com a média anual de iluminância interna média e os Percentuais de variação da Iluminância, em função dos pontos ao longo da profundidade do ambiente interno, para Céu 12 (claro) e orientação Norte.



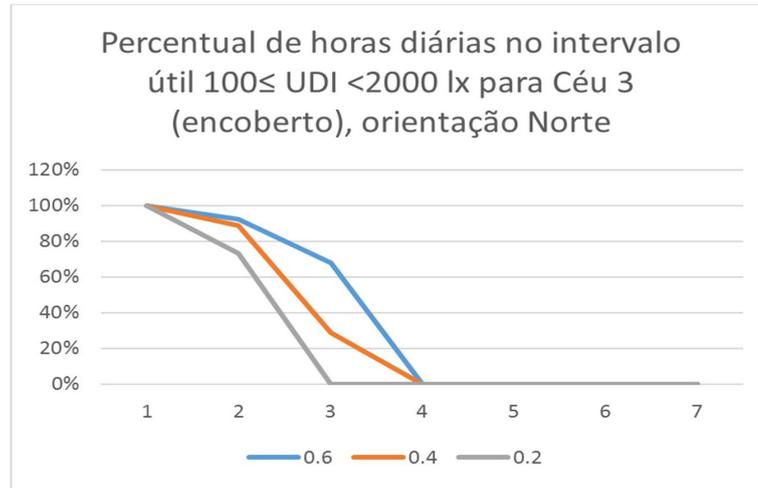
### **Análise das alterações nos percentuais de horas de atendimento aos intervalos das UDI.**

O Gráfico [4], para céu 3 (encoberto) apresenta os percentuais de horas em função do atendimento ao intervalo  $100 \leq UDI < 2000$  lx, o qual incorporou todos os dois intervalos suficientes das UDI. Nota-se que a variação nas refletâncias não interfere de forma significativa na variação dos percentuais das UDIs no ponto 1 (0,5m da abertura). Os resultados mostram que as maiores refletâncias contribuem para o aumento dos percentuais de horas no intervalo suficiente das UDI em pontos mais distantes da abertura. Estes aumentos percentuais foram significativos entre o ponto 2 (1,0 m da abertura) e o ponto 4 (2,0 m da abertura). A medida que os pontos se distanciam da abertura, os decaimentos nos percentuais de horas úteis são menos acentuados na maior refletância (0,6). Sendo assim, além de aumentar os percentuais de horas úteis em alguns pontos, a maior refletância colabora para aumentar a uniformidade da iluminação, na medida em que em pontos distantes da abertura ainda há a presença de percentuais de horas úteis.

## Iluminação natural no ambiente interno e refletância das superfícies externas: análise a partir das curvas isolux

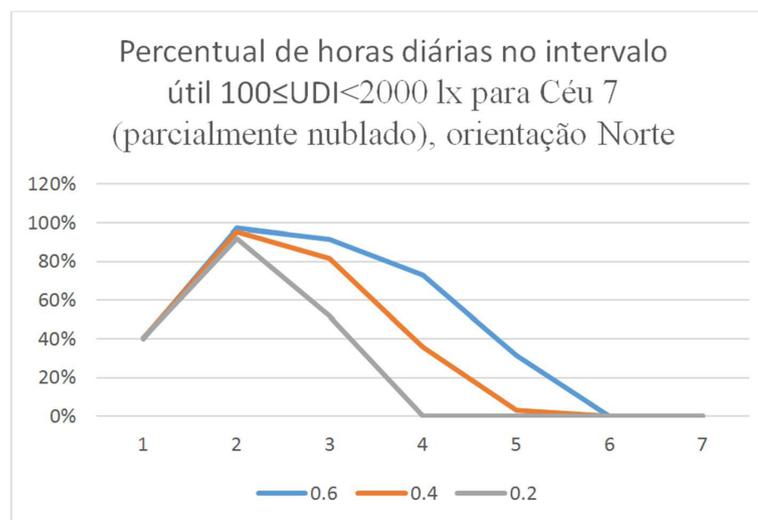
*Indoor daylighting and reflectance of external surfaces: analysis from isolux curves*

**GRÁFICO 4** – Percentual de horas diárias no intervalo útil  $100 \leq \text{UDI} < 2000 \text{ lx}$ , em função dos pontos ao longo da profundidade do ambiente interno, para Céu 3 (encoberto) e orientação Norte.



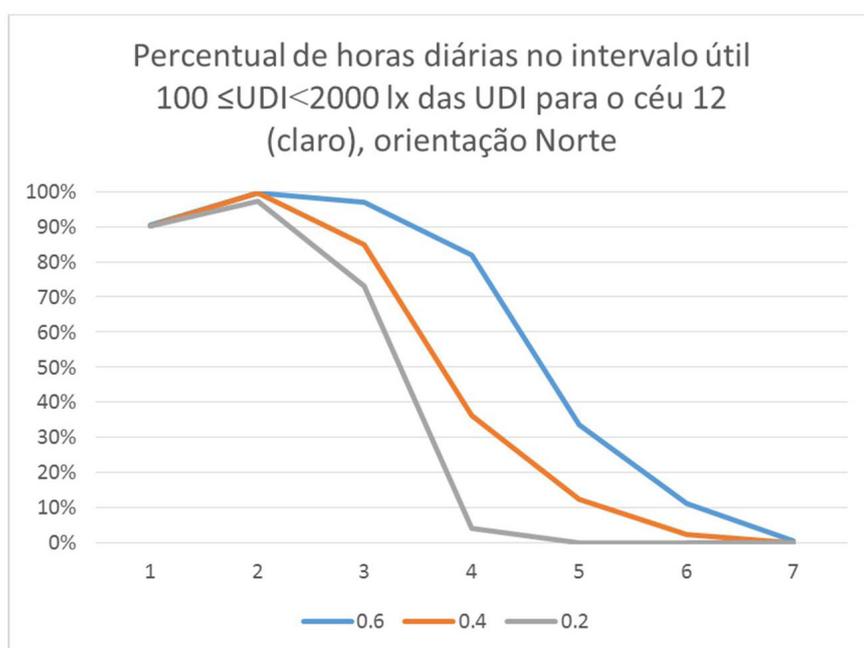
O Gráfico [5], para céu 7 (parcialmente nublado) apresenta os percentuais de horas em função do intervalo  $100 \leq \text{UDI} < 2000 \text{ lx}$ , o qual incorporou todos os dois intervalos suficientes das UDI. Nota-se que a variação nas refletâncias não interfere de forma significativa na variação dos percentuais das UDIs no ponto 1 (0,5m da abertura) e no ponto 2 (1,0 m da abertura). Os resultados mostram que as maiores refletâncias contribuem para o aumento dos percentuais de horas no intervalo suficiente das UDI em pontos mais distantes da abertura. Estes aumentos percentuais foram significativos entre o ponto 2 (1,0 m da abertura) e o ponto 6 (3,0 m da abertura). A medida que os pontos se distanciam da abertura, os decaimentos nos percentuais de horas úteis são menos acentuados na maior refletância (0,6). Sendo assim, além de aumentar os percentuais de horas úteis em alguns pontos, a maior refletância colabora para aumentar a uniformidade da iluminação, na medida em que em pontos distantes da abertura ainda há a presença de percentuais de horas úteis.

**GRÁFICO 5** – Percentual de horas diárias no intervalo útil  $100 \leq \text{UDI} < 2000 \text{ lx}$ , em função dos pontos ao longo da profundidade do ambiente interno, para Céu 7 (parcialmente nublado) e orientação Norte.



O Gráfico [6], para céu 12 (claro) apresenta os percentuais de horas em função do intervalo  $100 \leq \text{UDI} < 2000 \text{ lx}$ , o qual incorporou todos os dois intervalos suficientes das UDI. Nota-se que a variação nas refletâncias não interfere de forma significativa na variação dos percentuais das UDIs no ponto 1 (0,5m da abertura) e no ponto 2 (1,0 m da abertura). Os resultados mostram que as maiores refletâncias contribuem para o aumento dos percentuais de horas no intervalo suficiente das UDI em pontos mais distantes da abertura. Estes aumentos percentuais foram significativos entre o ponto 2 (1,0 m da abertura) e o ponto 6 (3,0 m da abertura). A medida que os pontos se distanciam da abertura, os decaimentos nos percentuais de horas úteis são menos acentuados na maior refletância (0,6). Sendo assim, além de aumentar os percentuais de horas úteis em alguns pontos, a maior refletância colabora para aumentar a uniformidade da iluminação, na medida em que em pontos distantes da abertura ainda há a presença de percentuais de horas úteis.

GRÁFICO 6 – Percentual de horas diárias no intervalo útil  $100 \leq \text{UDI} < 2000 \text{ lx}$ , em função dos pontos ao longo da profundidade do ambiente interno, para Céu 12 (claro) e orientação Norte.



## Considerações Finais

Analisando a variação da refletância das superfícies externas, em conjunto com as características da geometria urbana, foram avaliadas as interferências que este fator ocasiona na disponibilidade e distribuição da iluminação natural do ambiente interno. Os resultados apresentados referem-se às alterações nas médias anuais de iluminância interna e dos percentuais de horas do dia de atendimento aos intervalos das UDI.

No que se refere à média anual de iluminância interna observa-se que para o céu 3 (encoberto), céu 7 (parcialmente nublado) e céu 12 (claro), o aumento dos níveis de iluminância no ambiente interno acontecem em função dos maiores valores de refletância externa. Apesar do decaimento da iluminância em cada ponto, a medida que os pontos se afastam da abertura, nota-se uma grande potencialidade das refletâncias externas em variar os níveis de iluminação no ambiente interno, principalmente nos

pontos mais distantes das aberturas, culminando no ponto 4 (2,0 m da abertura).

Para o céu 3 (encoberto), céu (parcialmente nublado) e céu 12 (claro), no que se refere aos percentuais de horas das UDI, que englobam os intervalos “suficiente, mas com necessidade de iluminação complementar” e o intervalo “suficiente” nota-se que a variação nas refletâncias não interfere de forma significativa na variação dos percentuais das UDIs nos pontos mais próximos das aberturas. Somente quando os pontos se afastam da abertura nota-se que o aumento da refletância externa ocasiona um aumento dos percentuais de horas suficientes no intervalo das UDI.

Além dos resultados específicos relacionados à interferência das superfícies externas no conforto luminoso dos ambientes internos, observa-se a necessidade de aprimoramento nos Estudos de Impacto de Vizinhança no que tange à efetiva análise da interferência que as edificações obstruidoras ocasionam nos ambientes internos das vizinhanças próximas.

## Agradecimentos

Agradecimento ao Programa Institucional de Iniciação Científica da UFES (PIIC) pela contribuição no desenvolvimento da pesquisa.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-4: iluminação natural: verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações: método de medição**. Rio de Janeiro, 2005.

Brasil. Estatuto da cidade: Lei nº 10.257 de julho de 2001, e legislação correlata. – 2. Ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2009.

CABÚS, R. C. The influence of ground-reflected light in tropical daylighting. In: **PLEA 2002 - Passive and Low Energy Architecture**, 2002, Toulouse, 2002.

CABÚS, R. C. **TropLux, versão 3: Guia do Usuário**, Maceió: Grilu, 2006.

CABÚS, R. C. **TropLux, versão 6.07: Guia do Usuário**. Maceió: Grilu, 2012.

HOPKINSON, R. G.; PETHERBRIDGE, P.; LONGMORE, J. **Iluminação natural**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1975.

LAM, W. C. **Sunlighting as formgiver for architecture**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1986.

AUTOR. **Parâmetros urbanos e a disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno**. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura., Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

LI, D. H. W.; WONG, S. L.; TSANG, C. L.; CHEUNG, G. H. W. A study of the daylighting performance and energy use in heavily obstructed residential buildings via computer simulation techniques. **Energy and Buildings**. London: Elsevier, 2006.

NABIL, A.; MARDALJEVIC, J. Useful daylight illuminances: A replacement for daylight factors. **Energy and Buildings**. London: Elsevier, v.38, p.905-913, 2006.

NG, E.; WONG, N. H. Better daylight and natural ventilation by design. In: **International Conference on Passive and Low Energy Architecture**, 21., 2004, Eindhoven, Netherlands. Proceedings... Eindhoven: PLEA, 2004.

ROCHA, A. P. de A. **Caracterização do Zoneamento da Iluminação Natural e sua Influência no Controle da Iluminação Artificial**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

TREGENZA, P. R. Mean Daylight Illuminance in Rooms Facing Sunlit Streets Building and Environment, London: **Elsevier**, v. 30, n. 1, p. 83-89, 1995.

VITÓRIA. Plano Diretor Urbano. **Lei nº. 6.705, de 2006**. Dispõe sobre o desenvolvimento urbano no Município de Vitória, institui o Plano Diretor Urbano e dá outras providências. Vitória [ES], 2006.

#### RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E DIREITOS AUTORAIS

A responsabilidade da correção normativa e gramatical do texto é de inteira responsabilidade do autor. As opiniões pessoais emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade, tendo cabido aos pareceristas julgar o mérito e a qualidade das temáticas abordadas. Todos os artigos possuem imagens cujos direitos de publicidade e veiculação estão sob responsabilidade de gerência do autor, salvo guardado o direito de veiculação de imagens públicas com mais de 70 anos de divulgação, isentas de reivindicação de direitos de acordo com art. 44 da Lei do Direito Autoral/1998: "O prazo de proteção aos direitos patrimoniais sobre obras audiovisuais e fotográficas será de setenta anos, a contar de 1º de janeiro do ano subsequente ao de sua divulgação".

O CADERNOS PROARQ (issn 1679-7604) é um periódico científico sem fins lucrativos que tem o objetivo de contribuir com a construção do conhecimento nas áreas de Arquitetura e Urbanismo e afins, constituindo-se uma fonte de pesquisa acadêmica. Por não serem vendidos e permanecerem disponíveis de forma *online* a todos os pesquisadores interessados, os artigos devem ser sempre referenciados adequadamente, de modo a não infringir com a Lei de Direitos Autorais.

CAROLINA DE PAULA TELLES E JOYCE CORRENA CARLO

## Sensibilidade dos parâmetros termo físicos do RTQ-R: análise de acordo com o método prescritivo

*Sensitivity of thermo-physical parameters of RTQ-R: analysis  
according to the prescriptive method*

**Carolina de Paula Telles**

Mestranda em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Viçosa. Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo também pela Universidade Federal de Viçosa (2014) e pesquisas de iniciação na área de Eficiência Energética e certificações ambientais.

*Master's Student in Architecture and Urban Planning at the Federal University of Viçosa. Graduated in Architecture and Urban Planning from the same university (2014) and introduction to scientific research in the area of energy efficiency and environmental certifications.*

**carolinap.telles@gmail.com**

**Joyce Correna Carlo**

Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Minas Gerais (1997), especialização em Análise Urbana pela Universidade Federal de Minas Gerais (1999) e mestrado (2002) e doutorado (2008) em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina. Tem pós-doutorado pela Universidade Federal de Santa Catarina e é professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Viçosa desde agosto de 2009. Tem experiência na área de Arquitetura Bioclimática, Eficiência Energética e Simulações Termo-energéticas e de Iluminação, tendo realizado consultorias e projetos arquitetônicos. Ministra disciplinas nas referidas áreas, tanto para graduação quanto para mestrado. Participou da elaboração dos regulamentos de etiquetagem de edifícios do Inmetro. É atualmente especialista em eficiência energética de edificações para acreditação de organismos de inspeção pelo Inmetro e participante da Rede de Eficiência Energética de Edificações e da Secretaria Técnica do PBE Edifica.

*Graduated in Architecture and Urban Planning from Federal University of Minas Gerais (1997), specialization in Urban Analysis by the Federal University of Minas Gerais (1999) and master's (2002) and doctorate (2008) in Civil Engineering from the Federal University of Santa Catarina. She holds a post-doctorate from the Federal University of Santa Catarina and since August 2009 is a professor in the Department of Architecture and Urban Planning of the Federal University of Viçosa. She has experience in bioclimatic architecture area, Energy Efficiency and simulations Thermo-energy and lighting, having done consulting and architectural projects and teaching courses in these areas, for undergraduate and Master's students. She participated in the preparation of labeling regulations for buildings of Inmetro. She is currently a specialist in energy efficiency of buildings accreditation of inspection bodies by Inmetro and participant in the Energy Efficiency Network Building and the Technical Secretariat of EBP Build.*

**correnacarlo@gmail.com**

### Resumo

Com a crescente preocupação com as questões energéticas e ambientais, muito se tem discutido a respeito de sustentabilidade e edificações energeticamente eficientes. Nesse sentido, foi lançado no Brasil o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) em 2010. O RTQ-R especifica os requisitos técnicos e os métodos para classificação do nível de eficiência energética de edificações residenciais, permitindo a obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia do Programa Brasileiro de Etiquetagem. Ciente da relevância do maior controle e conhecimento das certificações existentes, bem como de seus métodos de avaliação, este artigo tem como objetivo analisar a sensibilidade dos graus-hora (GHR) e consumo de aquecimento (CA) empregado no método prescritivo de avaliação do RTQ-R com relação às variáveis presentes em sua equação. O procedimento que determina os valores de GHR e CA baseia-se em equações com uma lista de 36 variáveis, as quais são multiplicadas a diferentes quocientes e somadas. Estes arranjos resultam em um total de oito equações correspondente a cada uma das Zonas Bioclimáticas brasileiras. Para a realização da análise, foi utilizado o programa Simlab 2.2., desenvolvido para aplicação de análises de sensibilidade pelo método Monte Carlo. O método de amostragem empregado é o Hipercubo Latino e a análise baseia-se no método de regressão empregando-se o método de Coeficiente de Correlação Parcial (CCP) para análise de sensibilidade. O valor de CCP pode ser positivo ou negativo, que se referem a uma relação direta e inversamente proporcional entre variável independente e dependente, respectivamente. Os resultados obtidos evidenciam que as variáveis que apresentam maior influência para GHR são área de aberturas voltadas ao leste e absorvância de paredes, com influência positiva e aberturas voltadas a norte e sul com influência negativa. Já para CA, somatório das áreas de parede externas se destaca com impacto positivo e áreas de aberturas com impacto negativo. Assim, ao evidenciar a relevância de cada variável, o estudo contribui para futuros aperfeiçoamentos da certificação e ainda enfatiza os pontos de destaque que não devem ser ignorados ao longo do desenvolvimento de projetos arquitetônicos.

**Palavras-chave:** Etiqueta residencial. RTQ-R. eficiência energética.

### Abstract

The discussion about sustainability and energy efficiency in buildings increased due to the late concerns about energy and environmental issues. The Technical Quality Requirements for Energy Efficiency Level of Residential Buildings (RTQ-R) was released in Brazil in 2010. The RTQ-R specifies the technical requirements and methods for rating the energy efficiency level of residential buildings to obtain the National Energy Conservation Label of the Brazilian Labeling Program. This study aims to analyze the sensitivity of cooling degree hours (CDH) and relative consumption for heating (RCH) of the equations used in the prescriptive method of RTQ-R assessment to understand the weight that each variable has on the final label. The calculation of CDH and RCH is based on eight and four equations, respectively, which 36 parameters are multiplied and added at different ratios. There are equations corresponding to each of eight Brazilian Bioclimatic Zones. The analysis was performed using the software Simlab 2.2., developed for sensitivity analysis by Monte Carlo method. The variables used in the RTQ-R were selected using the Latin Hypercube Sampling. The sensitivity analysis was based on Regression analysis using Partial Correlation Coefficients (CCP). The amount of PCC may be positive or negative; it refers to a relation directly and inversely between dependent and independent variable, respectively. The results show that the parameter that presented the greatest influence on CDH are area of east openings and wall absorptance with positive influence and area of north and south openings with negative influence. As for RCH, the total sum of the area of exterior walls stands out with a positive impact and areas of openings with a negative impact. So, by verifying the relevance of variables, the study contributes to future improvements on labeling and emphasizes the parameters that should not be ignored during the development of architectural designs.

**Keywords:** Residential labeling. RTQ-R. Energy efficiency.

## Introdução

No Brasil, as ações engajadas no contexto de eficiência energética desde a Lei nº 10.295 de 2001 resultaram na inclusão das edificações no Programa Brasileiro de Etiquetagem do Inmetro - PBE, entidade acreditadora nacional. Foi então lançado o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais - RTQ-R (INMETRO, 2012). O regulamento estabelece requisitos e métodos de avaliação do nível de eficiência energética de edificações. Há duas abordagens de avaliação: o método prescritivo e o método de simulação. O primeiro contém diversas equações de regressão e tabelas para avaliar o nível de eficiência energética enquanto o último é realizado por simulação energética do edifício (INMETRO, 2012). Este método é baseado em modelos matemáticos para fazer a simulação energética e resulta na avaliação do desempenho do edifício (CLARKE; HENSEN, 2015). Scalco et al. (2012) aprofundaram sobre alguns dos destaques do programa como a avaliação de edifícios naturalmente ventilados e o incentivo ao emprego de estratégias naturais e sistemas sustentáveis ao discutir acerca de inovações do RTQ-R.

O RTQ-R requer alto conhecimento de seus métodos de avaliação visto incluir diversos parâmetros de análise. As equações do método prescritivo, por exemplo, compreendem parâmetros independentes e, portanto, é necessário conhecer quais características são as mais importantes no desempenho energético de edificações e seus impactos individuais. Nesse sentido, Silva e Ghisi (2013, p. 136) alertam que a análise de sensibilidade “tem grande aplicação em normalizações de eficiência energética”. O procedimento é uma averiguação da resposta de um modelo quanto aos limites ou variações drásticas das variáveis analisadas (KLEIJNEN, 1997).

Assim, a análise de sensibilidade se torna relevante no estudo do Regulamento à medida que pode avaliar o peso que cada parâmetro da edificação possui no método de classificação do seu nível de eficiência. O procedimento já foi realizado em diferentes estudos (SILVA; GHISI, 2013, 2014; VAN DER KNAAP, 2011).

## Análise de sensibilidade

Conforme afirmam Macdonald et al. (1999), a análise de sensibilidade consiste em uma avaliação da relação entre as variações de parâmetros de entrada e as variações previstas para os parâmetros de saída de determinado modelo. O método abordado por este trabalho é o Monte Carlo, o qual consiste na geração de amostra, execução da simulação para obtenção dos dados de saída e, por fim, a análise de sensibilidade e/ou incerteza (IPSC, 2008).

O programa Simlab 2.2. é um software desenvolvido para executar o método estatístico Monte Carlo (IPSC, 2008) e trabalha com diferentes métodos de análise. É considerado eficiente para análises de desempenho energético (TIAN, 2013) e foi empregado por Silva e Ghisi (2013; 2014). O Hipercubo Latino destaca-se como método de amostragem visto permitir uma amostra estratificada que possibilita melhor abrangência das variações e combinações das variáveis independentes, os quais tem analisada sua influência sob a variável dependente (TIAN, 2013). Mesmo a amostragem sendo uma das etapas mais relevantes para a confiabilidade de uma análise de sensibilidade, Silva e Ghisi (2013) afirmam que mais estudos devem ser feitos para verificar o impacto de diferentes distribuições na sensibilidade dos parâmetros.

Para a definição de amostras, as funções mais usuais são a discreta e a triangular, embora Tian (2013) alerte para a falta de dados existentes referentes às variáveis independentes, fato que dificulta as distribuições de probabilidade. Para tais casos, Mechri, Capozzoli e Corrado (2010) recomendam o emprego de funções uniforme. Entretanto, ainda há divergências nesse sentido e alguns estudos optam por utilizar outras distribuições de acordo com seus objetivos específicos, como é o caso de Silva e Ghisi (2014), que adotaram a distribuição normal visto terem uma tendência de valor central conhecida.

Dentre os métodos de análise, destaca-se o método de regressão por permitir uma análise individual de cada variável independente. Tian (2013) alerta que para análise via regressão de modelos lineares, os Coeficientes de Regressão Padronizados (CRP) e os Coeficientes de Correlação Parcial (CCP) são os métodos cabíveis de serem empregados. Enquanto o CRP quantifica os efeitos da variação de um parâmetro de entrada em particular e mantém os demais com valores fixos, o CCP quantifica tais variações considerando a existência de relações lineares entre duas variáveis (IPSC, 2008). Assim, enquanto CRP só é válido quando não há correlação entre os parâmetros de entrada, o CCP é válido quando há correlação (TIAN, 2013), o que interessa mais a este estudo.

## Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R)

Lançado em 2010, o RTQ-R (Inmetro, 2012) tem por objetivo a concessão de uma Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) que classifica o nível de eficiência energética da edificação dentro de cinco níveis de eficiência que varia de A (mais eficiente) a E (menos eficiente). As envoltórias das unidades (EqNumEnv), o sistema de aquecimento de água (EqNumAA) e as possíveis bonificações são os parâmetros de avaliação que compõem a equação que determina o nível de eficiência da unidade habitacional (UH) avaliada pelo método prescritivo.

A análise de sensibilidade realizada por este trabalho é baseada no método prescritivo de avaliação, com foco em seus indicadores de consumo graus-hora de resfriamento<sup>1</sup>(GHR) e consumo relativo de aquecimento<sup>2</sup> (CA). O cálculo dos indicadores depende da Zona Bioclimática (ZB) onde a UH se localiza. Primeiramente, são obtidos GHR e CA de cada ambiente de permanência prolongada (APP) de acordo com a ZB. Os equivalentes numéricos são calculados para cada APP e, posteriormente, são ponderados pelas suas respectivas áreas a fim de obter os valores finais do EqNumEnvResf e do EqNumEnvA da unidade habitacional. Por fim, estes são inseridos na equação do EqNumEnv, cujos pesos variam de acordo com a região geográfica brasileira (INMETRO, 2012).

1 "Somatório da diferença entre a temperatura operativa horária e a temperatura de base, quando a primeira está acima da temperatura de base." (Inmetro, 2012 p. 11)

2 "Consumo anual de energia (em kWh) por metro quadrado necessário para aquecimento do ambiente durante o período de 21 h às 8 h, todos os dias do ano, com manutenção da temperatura em 22o C." (Inmetro, 2012 p. 7)

Quanto aos indicadores GHR e CA, estes são calculados a partir dos parâmetros da envoltória (como áreas de aberturas, transmitância térmica de paredes e coberturas, dentre outros), sendo que CA é calculado apenas para as ZB 1 a 4 (INMETRO, 2012), zonas com duas estações diferenciadas.

Um estudo de análise de sensibilidade relacionado aos parâmetros do RTQ-R foi desenvolvido por Silva e Ghisi (2013). Os autores analisaram a influência de parâmetros físicos e geométricos de diferentes tipologias residenciais para a cidade de Florianópolis – SC no indicador de graus hora para resfriamento e nos consumos relativos para aquecimento e resfriamento por simulação termo energética. Os autores simularam 500 casos amostrados pelo método Hipercubo Latino e quinze parâmetros do RTQ-R foram analisados; para a análise de sensibilidade utilizaram os indicadores CRP e CCP. Distribuições discretas e triangulares foram trabalhadas com probabilidades de ocorrência de 20% e 80%, e 20%, 60% e 20%, respectivamente. Como resultado, eles identificaram a absorvância solar da cobertura (AbsCob), a transmitância térmica da cobertura (Ucob) e o contato da cobertura com o exterior (cob) como os parâmetros mais influentes para os GHR, com relação direta no indicador. Já com relação inversa foram identificadas a capacidade térmica das paredes externas (CTpar), do contato do piso (solo) e a capacidade térmica da cobertura (CTcob), isto é, quanto menores seus valores, maior os GHR (Silva E Ghisi, 2013). Para o CA, os parâmetros mais influentes foram capacidade térmica da cobertura (CTcob), absorvância solar da cobertura (AbsCob) e paredes (AbsPar) com influência positiva e emissividade da cobertura, transmitância térmica de paredes (Upar) e contato do piso com o solo (solo) com influência negativa.

Em outro estudo os autores compararam os resultados de desempenho da envoltória de uma edificação residencial pelos métodos de simulação do RTQ-R e da NBR 15575-1 (SILVA; GHISI, 2014). Foram geradas 500 combinações aleatórias e empregou-se o programa *Energy Plus* para simulação. Assim como no estudo anterior, os autores trabalharam com distribuição discreta e triangular; entretanto, distribuições normais foram empregadas nos casos em que se tinha uma maior ocorrência do valor central conhecido. Os autores constataram que os métodos de avaliação não possuem concordância quando ao nível de desempenho, divergindo principalmente quando comparados o consumo de aquecimento do RTQ-R com o inverno da NBR 15575-1 (SILVA; GHISI, 2014).

Outro estudo de destaque é a comparação dos pesos que os parâmetros do RTQ-R têm nos indicadores em ambos os métodos de avaliação do RTQ-R, feita por Van Der Knaap (2011). Por meio de análise de sensibilidade e amostragem pelo Hipercubo Latino, Van der Knaap (2011) identificou divergência quanto aos parâmetros mais influentes. Foi constatado que os GHR e CA são superestimados no método prescritivo e subestima a estratégia de ventilação natural. Van der Knaap (2011) abordou apenas as seguintes variáveis do RTQ-R: absorvância solar, capacidade térmica, fração de dispositivos de proteção solar, percentual de área de aberturas, orientação, relação entre área de piso e janela, além de transmitância térmica de paredes e cobertura.

## Objetivo

Analisar a sensibilidade dos indicadores do método prescritivo do RTQ-R – graus-hora de resfriamento (GHR) e consumo relativo de aquecimento (CA) – frente às variáveis da envoltória.

## Método

Foi empregado o método Monte Carlo com parâmetros variados por meio de amostragem com o Hipercubo Latino. A análise de sensibilidade global foi baseada no método de regressão empregando-se o método de Coeficientes de Correlação Parcial (CCP), tendo sido realizado por meio do programa Simlab 2.2. Foi adotado um número de amostras equivalente a 10 vezes o número de variáveis independentes, baseado nas recomendações do Manual do Simlab 2.2. (IPSC, 2008). Assim, o número de amostras total foi igual a 340 e atende às recomendações de Breesch e Janssens (2010), de que o número de amostras deve ser maior do que  $3/2$  do número de parâmetros.

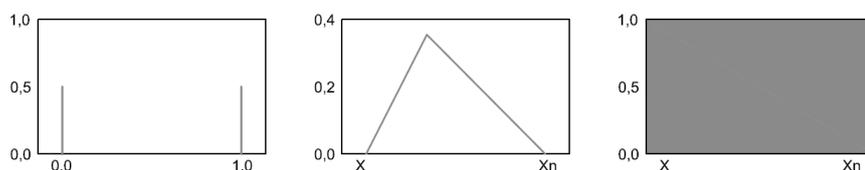
### Definição da amostra

Como variáveis dependentes, têm-se GHR e CA. Já as variáveis independentes são aquelas presentes nas equações destes indicadores dadas pelo RTQ-R (INMETRO, 2012).

Em conformidade com as recomendações de Tian (2013) e Mechri, Capozzoli e Corrado (2010), foram trabalhadas funções discretas, triangulares e uniformes [1]. Em contraste ao estudo de Silva e Ghisi (2014), que adotou a distribuição normal para parâmetros como absorvância solar, optou-se por usar a distribuição uniforme, visto que as abordagens são distintas. Enquanto Silva e Ghisi (2014) visam uma distribuição em torno de um valor central específico de maior ocorrência, o presente estudo adotou intervalos de valores que são adequadamente representados por distribuições uniformes, visto possuírem um mesmo peso.

FIGURA 1 - Distribuição de probabilidades utilizadas.

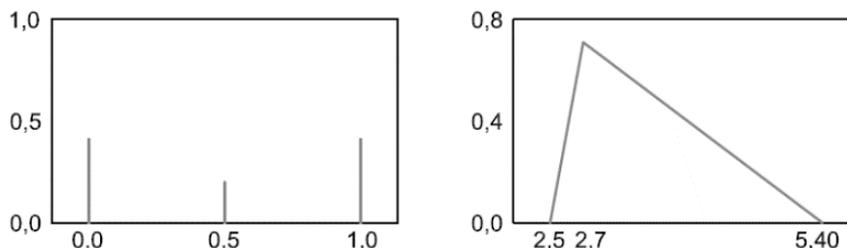
Fontes: Elaborado pelo autor.



A distribuição discreta foi empregada no caso de variáveis binárias, as quais, segundo o RTQ-R, definem se a situação abordada pelo parâmetro ocorre ou não: caso ocorra, o valor empregado é 1 (um); caso não ocorra, o valor deve ser igual a 0 (zero) [1] (Inmetro, 2012). Enquadram-se nessa distribuição os parâmetros existência de isolamento em superfícies voltadas para o exterior (isol) e a existência de vidro duplo nos ambientes (vid). Há casos ainda em que a distribuição discreta foi empregada com os valores 0 (zero), 0,5 (meio) e 1 (um), como contato com o solo [2, a], referindo-se respectivamente, os ambientes com 0 a 25%, 25,1% a 75% e 75,1% a 100% da área do piso em contato com o solo (solo). A distribuição triangular foi usada para os casos em que se conhece o valor específico com alta frequência de ocorrência, como pé-direito (PD) [2, b]. Nesses casos a distribuição normal seria outra opção pertinente, entretanto, como não foi possível apreciar acerca da curvatura da distribuição, foi definido o emprego da distribuição triangular. Por fim, os parâmetros que não se enquadram nos padrões anteriores foram amostrados com distribuição uniforme como, por exemplo, aqueles relacionados à área e orientações de paredes e de aberturas.

FIGURA 2 - Distribuição de probabilidades dos parâmetros solo e pé-dire

Fontes: Elaborado pelo autor.



Os intervalos da amostra, os limites máximos e mínimos, bem como as probabilidades de ocorrência foram especificados de acordo com o RTQ-R, as informações presentes no relatório técnico de base de simulações do RTQ-R (LabEEE, 2011) e em levantamento das características físicas das edificações residências existentes no Brasil. Os intervalos ou valores de maior ocorrência foram trabalhados com percentuais de probabilidade iguais a 60% ou 80% da amostra.

Os parâmetros, bem como suas respectivas siglas segundo RTQ-R, unidades, intervalos, bem como as funções de distribuições e probabilidades utilizadas nesta análise de sensibilidade são apresentados na Figura 3. Os intervalos de áreas de parede e de aberturas foram derivados dos limites estipulados para área útil, pé-direito e para a dimensão mínima dos ambientes, que foi estipulada em 1,5m. A partir desses dados, os intervalos de maior frequência de ocorrência da área de parede do ambiente (APamb), por exemplo, foram calculados considerando-se as larguras mínima (1,50m) e máxima (10,67) do intervalo de maior frequência de área útil (8,00 – 16,00), multiplicados pelo limite mínimo e ápice dos valores de PD. Já os limites dos intervalos de áreas de aberturas (AAb) correspondem a 95% da APamb.

Sigla	Parâmetro	Unidade	Intervalos	Distribuição	Frequência de ocorrência
AAbL	Área de abertura leste	m <sup>2</sup>	0 - 54,70 / 54,71 - 342,00	uniforme	0,80/0,20
AAbN	Área de abertura norte	m <sup>2</sup>	0 - 54,70 / 54,71 - 342,00	uniforme	0,80/0,20
AAbO	Área de abertura oeste	m <sup>2</sup>	0 - 54,70 / 54,71 - 342,00	uniforme	0,80/0,20
AAbS	Área de abertura sul	m <sup>2</sup>	0 - 54,70 / 54,71 - 342,00	uniforme	0,80/0,20
APambL	Área de parede leste	m <sup>2</sup>	0 / 0,01 - 3,75 / 3,76 - 57,60 / 57,61 - 360,00	uniforme	0,50/0,10/0,30/0,10
APambN	Área de parede norte	m <sup>2</sup>	0 / 0,01 - 3,75 / 3,76 - 57,60 / 57,61 - 360,00	uniforme	0,50/0,10/0,30/0,10
APambO	Área de parede oeste	m <sup>2</sup>	0 / 0,01 - 3,75 / 3,76 - 57,60 / 57,61 - 360,00	uniforme	0,50/0,10/0,30/0,10
APambS	Área de parede sul	m <sup>2</sup>	0 / 0,01 - 3,75 / 3,76 - 57,60 / 57,61 - 360,00	uniforme	0,50/0,10/0,30/0,10
Aparint	Área das paredes internas	m <sup>2</sup>	3,75 / 37,80 / 736,20	triangular	variável
Auamb	Área útil do ambiente	m <sup>2</sup>	2,25 - 7,99 / 8,00 - 16,00 / 16,01 - 100,00	uniforme	0,20/0,60/0,20
AbsCob	Absortância da cobertura	-	0 / 0,01 - 0,09 / 0,10 - 0,59 / 0,60 - 0,70 / 0,71 - 0,90	uniforme	0,30/0,0,20/0,30/0,20
AbsPar	Absortância das paredes	-	0,10 - 0,30 / 0,31 - 0,90	uniforme	0,80/0,20
Caltura	Coefficiente de altura	m <sup>-1</sup>	0,05 / 0,22 / 1,20	triangular	variável
cob	Existência de superfície voltada ao exterior	-	0 / 0,50 / 1	discreta	0,40/0,20/0,40
CTalta	Capacidade térmica acima de 250 kJ/(m <sup>2</sup> K)	-	0 / 1	discreta	0,50/0,50
CTbaixa	Capacidade térmica abaixo de 50 kJ/(m <sup>2</sup> K)	-	0 / 1	discreta	0,50/0,50
CTcob	Capacidade térmica da cobertura	kJ/(m <sup>2</sup> K)	0 - 19,99 / 20,00 - 250,00 / 250,01 - 568,00	uniforme	0,20/0,60/0,20
CTpar	Média ponderada da capacidade térmica das paredes	kJ/(m <sup>2</sup> K)	49,90 - 250,10 / 250,11 - 445,00	uniforme	0,60/0,40
Fvent	Fator das aberturas para ventilação	-	0 / 0,40 / 1	triangular	variável
Isol	Existência de isolamento nas superfícies voltadas ao exterior	-	0 / 1	discreta	0,80/0,20
PambL	Existência de parede externa voltada ao leste	-	0 / 1	discreta	0,50/0,50
PambN	Existência de parede externa voltada ao norte	-	0 / 1	discreta	0,50/0,50
PambO	Existência de parede externa voltada ao oeste	-	0 / 1	discreta	0,50/0,50
PambS	Existência de parede externa voltada ao sul	-	0 / 1	discreta	0,50/0,50
PD	Pé-direito	m	2,50 / 2,70 / 5,40	triangular	variável
pil	Existência de pilotis no pavimento inferior	-	0 / 0,50 / 1	discreta	0,80/0,10/0,10
solo	Existência de piso em contato com o solo	-	0 / 0,50 / 1	discreta	0,40/0,20/0,40
SomAparext	Somatório das áreas de paredes externas	-	3,75 / 37,80 / 736,20	triangular	variável
somb	Existência de dispositivos de proteção solar externos	-	0 / 0,20 / 1	uniforme	variável
Ucob	Transmitância térmica da cobertura	W/(m <sup>2</sup> K)	0 - 0,82 / 0,83 - 4,11 / 4,12 - 4,60	uniforme	0,20/0,60/0,20
Upar	Transmitância térmica das paredes externas	W/(m <sup>2</sup> K)	0,98 - 3,70 / 3,71 - 5,04	uniforme	0,60/0,40
Uvid	Transmitância térmica do vidro	W/(m <sup>2</sup> K)	3,13 - 5,79	uniforme	1,00
vid	Existência de vidro duplo	-	0 / 1	discreta	0,80/0,20
volume	Volume do ambiente	m <sup>3</sup>	6,08 / 32,40 / 540,00	triangular	variável

FIGURA 3 - Variáveis independentes.

Fontes: Elaborado pelo autor.

## Resultados e discussões

O CCP varia em um intervalo de 1 a -1. Quanto mais próximos são os coeficientes dos valores extremos, maior o impacto da variável independente no valor da variável dependente. A influência pode ainda ser positiva ou negativa. Caso o coeficiente seja positivo, o aumento da variável independente provoca aumento do valor da variável dependente. Caso o coeficiente seja negativo, o aumento ou diminuição da variável independente provoca o efeito contrário no valor da variável dependente.

As Figuras 4 e 5 apresentam os CCP das variáveis independentes para os GHR de cada ZB, sendo ordenada de acordo com o peso do coeficiente de sensibilidade na Figura 4 e por variável independente na Figura 5. Percebem-se diferenças dos parâmetros mais influentes para as ZB existentes, fato que condiz com as variações climáticas que ocorrem entre as zonas.

De um modo geral, área de aberturas voltadas a leste (AAbL) e absorvância de paredes (AbsPar) são as variáveis que merecem destaque com influência positiva nos GHR das ZB. Com influência negativa, tem-se área de aberturas voltadas a norte (AAbN) e sul (AAbS). O aumento de GHR dado por altos valores de absorvância das paredes (AbsPar) se justifica pelo fato de quanto maior a absorvância, maior a absorção de calor. Já a relação das áreas de aberturas com o GHR varia de acordo com o clima e a orientação das aberturas. Como o aumento de aberturas voltadas a leste e oeste acarreta em maior incidência solar nos ambientes, espera-se uma relação positiva entre estas variáveis e GHR. A relação deveria ser inversa no caso das aberturas voltadas a norte e sul, visto que a expansão de suas dimensões geralmente acarreta maior ventilação do que incidência de raios solares, promovendo assim temperaturas mais amenas e menor GHR. As expectativas condizem com os resultados alcançados, com exceção de áreas de aberturas voltadas a oeste (AAbO), que nas ZB2 e ZB7 apresentam CCP negativo enquanto que nas zonas 3, 5, 6 e 8 apresenta influência insignificativa. Apenas na ZB1 e ZB4 a variável AAbO apresenta alta influência positiva, como esperado. Considerando-se que a distribuição da amostra foi idêntica para todas as orientações [3], supõe-se que tal contradição é dada por falhas da regressão linear que originou a equação.

Além de possuir impacto de destaque em muitas das zonas, as áreas de aberturas frequentemente possuem valor de impacto em módulo superior a  $|0,950|$  quando o impacto é negativo e  $|0,700|$  quando positivo. Confirma-se que atenção especial deve ser dada no dimensionamento de aberturas ao longo do processo de projeto, com variações somente no impacto desta variável.

Com CCP superior a  $|0,900|$ , destaca-se o somatório das áreas de paredes externas (SomAparext), com impacto positivo nos GHR da ZB7 e áreas de paredes externas voltadas a oeste (APambO) e norte (APambN) com impacto negativo. Observa-se que as áreas de paredes dos APP voltadas ao exterior, independentemente da fachada, possuem alto impacto negativo no GHR da ZB7 – todos superiores a  $-0,868$ . Outra observação interessante é a relação dos impactos positivos e negativos entre diferentes ZB. O fato ocorre por exemplo, para a variável SomAparext, sendo a variável de maior impacto positivo para GHR da ZB7 (0,982), zona predominantemente quente, é a terceira variável de maior impacto negativo para a GHR da ZB4 ( $-0,711$ ), zona de duas estações bem definidas e uma das variáveis de menos influência no GH1 ( $-0,015$ ), zona predominantemente fria.

Sensibilidade dos parâmetros termo físicos do RTQ-R: análise de acordo com o método prescritivo

Sensitivity of thermo-physical parameters of RTQ-R: analysis according to the prescriptive method

Variável	ZB1	Variável	ZB2	Variável	ZB3	Variável	ZB4	Variável	ZB5	Variável	ZB6	Variável	ZB7	Variável	ZB8
AAbO	0,994	AAbL	0,721	AbsPar	0,621	APambS	0,728	AAbL	0,758	APambL	0,471	SomApar	0,982	AAbL	0,758
AAbL	0,702	AbsPar	0,582	PD	0,212	AparInt	0,642	AAbN	0,576	AAbL	0,337	PambL	0,477	AAbN	0,576
AbsPar	0,391	APambL	0,458	APambS	0,170	AABo	0,641	PD	0,183	AbsPar	0,208	AbsPar	0,445	PD	0,183
Fvent	0,379	SomApar	0,438	AparInt	0,131	APambL	0,576	SomApar	0,177	solo	0,092	Fvent	0,305	SomApar	0,177
CTbaixa	0,240	PambN	0,203	AAbL	0,125	APambN	0,498	APambS	0,122	Upar	0,088	AparInt	0,164	APambS	0,122
APambS	0,156	somb	0,193	Upar	0,107	AbsPar	0,375	AbsPar	0,119	PambS	0,075	PambO	0,149	AbsPar	0,119
cob	0,152	Upar	0,145	Ucob	0,074	APambO	0,329	CTcob	0,104	AABo	0,057	somb	0,120	CTcob	0,104
Ucob	0,098	Fvent	0,126	Fvent	0,066	AAbL	0,304	AparInt	0,077	AAbN	0,035	AbsCob	0,118	AparInt	0,077
PambN	0,051	Ucob	0,124	CTcob	0,038	somb	0,288	AbsCob	0,074	PD	0,030	PambN	0,082	AbsCob	0,074
AbsCob	0,050	AparInt	0,118	AABo	0,038	cob	0,244	Upar	0,065	CTpar	0,026	CTbaixa	0,078	Upar	0,065
somb	0,016	PambO	0,115	PambN	0,033	PambO	0,232	AABo	0,053	Fvent	0,025	CTcob	0,006	AABo	0,053
PD	0,012	AbsCob	0,114	PambS	0,031	Fvent	0,225	PambO	0,049	AparInt	0,019	cob	-0,013	PambO	0,049
CTalta	0,006	CTbaixa	0,096	CTpar	0,019	CTbaixa	0,206	Fvent	0,024	APambO	0,013	solo	-0,026	Fvent	0,024
CTpar	-0,003	PD	0,081	PambO	0,012	PambS	0,175	PambS	0,022	PambN	0,011	CTalta	-0,047	PambS	0,022
SomApar	-0,015	isol	0,053	AbsCob	0,012	AbsCob	0,150	cob	0,013	Ucob	0,007	pil	-0,049	cob	0,013
solo	-0,039	APambS	0,046	APambO	0,007	Upar	0,004	APambO	-0,006	CTalta	0,005	PD	-0,056	APambO	-0,006
APambN	-0,042	cob	0,042	CTpar	-0,003	CTpar	-0,006	APambL	-0,014	CTbaixa	0,003	Ucob	-0,056	APambL	-0,014
vid	-0,064	CTpar	0,041	somb	0,002	CTcob	-0,029	solo	-0,045	APambS	-0,002	CTpar	-0,066	solo	-0,045
pil	-0,098	vid	0,029	APambL	-0,024	PambL	-0,032	CTalta	-0,049	AAbS	-0,013	Upar	-0,129	CTalta	-0,049
Auamb	-0,100	CTcob	-0,007	solo	-0,030	solo	-0,038	PambN	-0,051	APambN	-0,020	Auamb	-0,183	PambN	-0,051
CTcob	-0,108	solo	-0,013	SomApar	-0,040	PambS	-0,045	PambL	-0,052	CTcob	-0,024	AABo	-0,227	PambL	-0,052
isol	-0,121	pil	-0,093	PambL	-0,044	PD	-0,052	Ucob	-0,065	PambL	-0,025	AAbS	-0,384	Ucob	-0,065
APambL	-0,147	CTalta	-0,143	CTalta	-0,051	pil	-0,084	pil	-0,099	PambO	-0,048	APambL	-0,868	pil	-0,099
APambO	-0,166	Auamb	-0,234	AAbS	-0,057	Ucob	-0,126	somb	-0,119	somb	-0,055	APambS	-0,871	somb	-0,119
Upar	-0,179	APambO	-0,259	pil	-0,074	Auamb	-0,339	APambN	-0,121	Auamb	-0,056	APambN	-0,912	APambN	-0,121
AAbS	-0,968	APambN	-0,681	APambN	-0,090	SomApar	-0,711	CTbaixa	-0,336	cob	-0,097	APambO	-0,948	CTbaixa	-0,336
AAbN	-0,974	AABo	-0,973	CTbaixa	-0,092	AAbS	-0,968	Auamb	-0,675	AbsCob	-0,108	AAbN	-0,993	Auamb	-0,675
		AAbS	-0,994	AAbN	-0,185	AAbN	-0,994	AAbS	-0,995	SomApar	-0,127			AAbS	-0,995
		AAbN	-0,996	Auamb	-0,442										

\*SomApar = SomAparext.

FIGURA 4 - Coeficientes de correlação parcial para os graus-hora de resfriamento classificado por coeficiente de sensibilidade.

Fontes: Elaborado pelo autor.

Variável	ZB1	ZB2	ZB3	ZB4	ZB5	ZB6	ZB7	ZB8
AAbL	0,702	0,721	0,125	0,304	0,758	0,337		0,758
AAbN	-0,974	-0,996	-0,185	-0,994	0,576	0,035	-0,993	0,576
AABo	0,994	-0,973	0,038	0,641	0,053	0,057	-0,227	0,053
AAbS	-0,968	-0,994	-0,057	-0,968	-0,995	-0,013	-0,384	-0,995
APambL	-0,147	0,458	-0,024	0,576	-0,014	0,471	-0,868	-0,014
APambN	-0,042	-0,681	-0,090	0,498	-0,121	-	-0,912	-0,121
APambO	-0,166	-0,259	0,007	0,329	-0,006	0,013	-0,948	-0,006
APambS	0,156	0,046	0,170	0,728	0,122	-0,002	-0,871	0,122
AparInt	-	0,118	0,131	0,642	0,077	0,019	0,164	0,077
Auamb	-0,100	-0,234	-0,442	-0,339	-0,675	-0,056	-0,183	-0,675
AbsCob	0,050	0,114	0,012	0,150	0,074	-0,108	0,118	0,074
AbsPar	0,391	0,582	0,621	0,375	0,119	0,208	0,445	0,119
Cultura	-	-	-	-	-	-	-	-
cob	0,152	0,042	0,003	0,244	0,013	-0,097	-0,013	0,013
CTalta	0,006	-0,143	-0,051	-	-0,049	0,005	-0,047	-0,049
CTbaixa	0,240	0,096	-0,092	0,206	-0,336	0,003	0,078	-0,336
CTcob	-0,108	-0,007	0,038	-0,029	0,104	-0,024	0,006	0,104
CTpar	-0,003	0,041	0,019	-0,006	-	0,026	-0,066	-
Fvent	0,379	0,126	0,066	0,225	0,024	0,025	0,305	0,024
isol	-0,121	0,053	-	-	-	-	-	-
PambL	-	-	-0,044	-0,032	-0,052	-0,025	0,477	-0,052
PambN	0,051	0,203	0,033	0,175	-0,051	0,011	0,082	-0,051
PambO	-	0,115	0,012	0,232	0,049	-0,048	0,149	0,049
PambS	-	-	0,031	-0,045	0,022	0,075	-	0,022
PD	0,012	0,081	0,212	-0,052	0,183	0,030	-0,056	0,183
pil	-0,098	-0,093	-0,074	-0,084	-0,099	-	-0,049	-0,099
solo	-0,039	-0,013	-0,030	-0,038	-0,045	0,092	-0,026	-0,045
SomAparext	-0,015	0,438	-0,040	-0,711	0,177	-0,127	0,982	0,177
somb	0,016	0,193	0,002	0,288	-0,119	-0,055	0,120	-0,119
Ucob	0,098	0,124	0,074	-0,126	-0,065	0,007	-0,056	-0,065
Upar	-0,179	0,145	0,107	0,004	0,065	0,088	-0,129	0,065
Uvid	-	-	-	-	-	-	-	-
vid	-0,064	0,029	-	-	-	-	-	-
volume	-	-	-	-	-	-	-	-

\*As variáveis que não estão presentes nas equações dos GHR são demarcadas com o símbolo (-).

FIGURA 5 - Coeficientes de correlação parcial para os graus-hora de resfriamento classificado por variável independente.

Fontes: Elaborado pelo autor.

As demais variáveis independentes, não citadas até então, possuem CCP inferior a  $|0,700|$ , tendo muitas delas impacto insignificante no GHR, com valores próximos a 0 (zero). Neste caso, as variáveis que aparecem mais frequentemente nas diferentes zonas são aquelas relacionadas com capacidade térmica (CTalta, CTbaixa, CTcob, CTpar), área de parede dos ambientes voltadas ao exterior (APamb), transmitância térmica do vidro (Uvid). Outras variáveis que apresentaram baixo CCP foram solo e cob, que definem, respectivamente, o contato do ambiente com o solo e da cobertura com o exterior. Entretanto esta relação não é o que geralmente ocorre na realidade, visto que na prática solo e cob têm alta influência nos GHR. Divergências de sensibilidade como esta foram também observadas por Van der Knaap (2011), porém entre análises feitas pelo método prescritivo e de simulação.

As Figuras 6 e 7 apresentam os CCP das variáveis independentes para o CA de cada ZB, sendo ordenada de acordo com o peso do coeficiente de sensibilidade [6] e por variável independente [7]. Constata-se que os parâmetros mais influentes são o somatório das áreas de paredes externas (SomAparext) para ZB3 e ZB4 com impacto positivo e algumas áreas de abertura com impacto negativo para CA de todas as ZB, variando a fachada e a influência de acordo com a zona. A ZB4, ao contrário das demais, tem as áreas de abertura voltadas a oeste (AABo) e leste (AAbL) com influência insignificante e aquelas voltadas ao sul (AAbS) apresentam coeficiente positivo. Nesta zona, apenas áreas de abertura voltadas a norte (AAbN) apresenta CCP negativo com alto valor (-0,990).

Variável	ZB1	Variável	ZB2	Variável	ZB3	Variável	ZB4
Upar	0,253	APambN	0,575	SomApar	0,934	SomApar	0,922
APambS	0,223	cob	0,319	APambN	0,575	AAbS	0,668
Ucob	0,173	pil	0,286	cob	0,442	cob	0,569
pil	0,110	SomApar	0,279	CTbaixa	0,333	CTbaixa	0,348
APambO	0,062	CTbaixa	0,271	solo	0,299	pil	0,182
solo	0,059	solo	0,219	pil	0,278	PambS	0,160
CTbaixa	0,056	Upar	0,194	Upar	0,204	CTalta	0,088
Auamb	0,051	PambS	0,172	PambS	0,183	solo	0,028
CTpar	0,032	APambO	0,125	Ucob	0,044	Upar	-0,048
CTcob	0,023	vid	0,101	Auamb	-0,005	CTcob	-0,048
PambS	0,021	somb	0,056	CTalta	-0,069	PambN	-0,066
AbsCob	0,006	Ucob	0,030	Fvent	-0,081	somb	-0,068
AparInt	-0,002	APambL	0,028	CTcob	-0,091	Fvent	-0,118
vid	-0,039	CTalta	0,025	PD	-0,095	PD	-0,147
SomApar	-0,057	CTpar	0,016	CTpar	-0,161	CTpar	-0,189
somb	-0,060	Fvent	0,000	AbsCob	-0,282	Ucob	-0,330
cob	-0,080	AAbL	-0,064	AbsPar	-0,352	AbsCob	-0,347
isol	-0,093	volume	-0,068	APambS	-0,754	APambS	-0,468
PD	-0,104	isol	-0,069	AAbS	-0,973	AbsPar	-0,539
APambL	-0,139	CTcob	-0,091	AAbN	-0,998	APambN	-0,577
APambN	-0,273	AbsCob	-0,183			Auamb	-0,705
AbsPar	-0,281	AbsPar	-0,304			AAbN	-0,990
Fvent	-0,662	PD	-0,394				
AAbN	-0,669	Uvid	-0,467				
Uvid	-0,689	APambS	-0,754				
AAbS	-0,803	Auamb	-0,758				
AAbL	-0,867	AparInt	-0,891				
AAbO	-0,966	AAbS	-0,973				
		AAbO	-0,995				
		AAbN	-0,998				

\*SomApar = SomAparext.

FIGURA 6 - Coeficientes de correlação parcial para o consumo de aquecimento classificado por coeficiente de sensibilidade.

Fontes: Elaborado pelo autor.

No caso do CA, observa-se que as variáveis de maior influência possuem predominantemente impacto negativo. No ZB1 e ZB2, mesmo as variáveis com maior influência positiva, transmitância de paredes (Upar) e área de parede externa voltada ao Norte (APambN), respectivamente, apresentam CCP relativamente baixos em relação às demais variáveis independentes com alto impacto. Outra variável que merece destaque é a área de parede interna (AparInt), com CCP de -0.891 para ZB2 devido ao potencial de inércia interna. As demais variáveis, além das referenciadas nesta análise, apresentam CCP inferior a  $|0,800|$ .

Variável	ZB1	ZB2	ZB3	ZB4
AAbL	-0,867	-0,064	-	-
AAbN	-0,669	-0,998	-0,998	-0,990
AAbO	-0,966	-0,995	-	-
AAbS	-0,803	-0,973	-0,973	0,668
APambL	-0,139	0,028	-	-
APambN	-0,273	0,575	0,575	-0,577
APambO	0,062	0,125	-	-
APambS	0,223	-0,754	-0,754	-0,468
AparInt	-0,002	-0,891	-	-
Auamb	0,051	-0,758	-0,005	-0,705
AbsCob	0,006	-0,183	-0,282	-0,347
AbsPar	-0,281	-0,304	-0,352	-0,539
Caltura	-	-	-	-
cob	-0,080	0,319	0,442	0,569
CTalta	-	0,025	-0,069	0,088
CTbaixa	0,056	0,271	0,333	0,348
CTcob	0,023	-0,091	-0,091	-0,048
CTpar	0,032	0,016	-0,161	-0,189
Fvent	-0,662	0,000	-0,081	-0,118
isol	-0,093	-0,069	-	-
PambL	-	-	-	-
PambN	-	-	-	-0,066
PambO	-	-	-	-
PambS	0,021	0,172	0,183	0,160
PD	-0,104	-0,394	-0,095	-0,147
pil	0,110	0,286	0,278	0,182
solo	0,059	0,219	0,299	0,028
SomAparext	-0,057	0,279	0,934	0,922
somb	-0,060	0,056	-	-0,068
Ucob	0,173	0,030	0,044	-0,330
Upar	0,253	0,194	0,204	-0,048
Uvid	-0,689	-0,467	-	-
vid	-0,039	0,101	-	-
volume	-	-0,068	-	-

\*As variáveis que não estão presentes nas equações dos GHR são demarcadas com o símbolo (-).

FIGURA 7 - Coeficientes de correlação parcial para o consumo de aquecimento classificado por variável independente.

Fontes: Elaborado pelo autor.

Ao confrontar as Figuras 4 e 5 com as Figuras 6 e 7, percebem-se diferenças de quais são as variáveis mais importantes para GHR e CA, bem como no tipo de influência (positiva e negativa) que exercem. Para a ZB1, por exemplo, áreas de aberturas são as variáveis de maior impacto tanto para GHR quanto para CA, porém áreas de aberturas voltadas a oeste (AAbO) e a leste (AAbL) têm coeficiente positivo para GHR da ZB1 (0,994 e 0,702, respectivamente) e negativo para CA da mesma ZB (-0,966 e -0,867, respectivamente).

Há ainda casos em que o CCP é alto para uma variável dependente e baixo para outra, como por exemplo a variável cob, em que o CCP de GHR das ZB2 e 3 são 0,042 e 0,003

respectivamente, e 0,319 e 0,442 para CA das ZB2 e 3, respectivamente, sendo um dos parâmetros de maior influência. Tal variação é coerente com a correlação existente entre as variáveis independentes e ainda com as limitações geradas pela simplificação do método de avaliação.

Foram identificados novos parâmetros de grande influência no GHR e CA em relação aos identificados por Silva e Ghisi (2013). Estas diferenças de CCP ocorreram por dois motivos. Primeiro, Silva e Ghisi (2013) não trabalharam diretamente com todas as variáveis presentes nas equações do método prescritivo para determinação do EqNumEnv. Além disso, abordaram o método de simulação, em contrapartida com o presente trabalho que abordou o método prescritivo. Segundo Van der Knaap (2011), há grandes divergências entre a análise de sensibilidade feita pelos métodos de avaliação do RTQ-R, visto que o método prescritivo subestima a ventilação natural e superestima o condicionamento artificial.

Algumas variáveis independentes deste estudo chegaram a apresentar influências (positiva e negativa) diferentes entre os métodos, como é o caso da influência da variável capacidade térmica no CA da ZB3, que é diretamente proporcional no método de simulação e inversamente quando a análise ocorre pelo método prescritivo. O mesmo ocorre ao se compararem os resultados obtidos por este estudo e o de Silva e Ghisi (2013) referentes à influência da variável solo no CA também da ZB3. Enquanto aqui a variável apresentou influência positiva, no segundo estudo a relação foi inversa. Tal divergência pode ser devida às limitações resultantes da simplificação do método de avaliação proposto pelo método prescritivo discutido por Van der Knaap (2011), entretanto o fato ainda carece de maiores estudos.

## Considerações finais

Este capítulo apresenta os resultados de análise de sensibilidade de GHR e CA do RTQ-R com relação aos parâmetros empregados nas equações do método prescritivo para cada ZB existente. O procedimento foi realizado com o auxílio do programa Simlab 2.2. Como resultado, coeficientes de sensibilidade foram obtidos considerando-se todas as possíveis combinações dos parâmetros do método prescritivo do RTQ-R definidas pelo método de amostragem hipercubo latino.

A partir dos resultados, observou-se que os parâmetros mais influentes diferem para o GHR e CA. Quanto aos GHR, área de aberturas voltadas ao leste (AAbL) e absorvância de paredes (AbsPar) são variáveis com alta influência positiva, enquanto que aberturas voltadas a norte (AAbN) e sul (AAbS) se destacam com influência negativa. Já para CA, o somatório das áreas de paredes externas (SomAparext) se destaca com impacto positivo e áreas de aberturas (AAb) com impacto negativo.

Os resultados obtidos permitem não só a visualização dos pesos de cada parâmetro nos indicadores de consumo analisados como também permite avaliar a viabilidade de ajustes de um projeto ao longo de seu desenvolvimento, bem como ajustes e simplificações do método de avaliação prescritivo adotado atualmente pelo RTQ-R.

## Agradecimentos

As autoras agradecem à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: Desempenho térmico de edificações**. ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2005.
- CLARKE, J. A.; HENSEN, J. L. M. Integrated building performance simulation: progress, prospects and requirements. **Building and Environment**, v. 91, p. 294 – 306, 2015.
- BREESCH, H.; JANSSENS, A. Performance evaluation of passive cooling in office buildings based on uncertainty and sensitivity analysis. **Solar Energy**, v. 84, n. 8, p. 1453 – 1467, 2010.
- INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Portaria nº 18**, de 16 de janeiro de 2012. Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais. Rio de Janeiro, 2012.
- IPSC. SIMLAB. Simlab 2.2: Reference manual. **Comissão Europeia**, pp. 159, 2008.
- KLEIJNEN, J. P. Sensitivity analysis and related analyses: a review of some statistical techniques. **Statistic and Computing Simulation**, v. 57, p. 111-142, 1997.
- LABEEE. **Relatório técnico da base de simulações para o RTQ-R**. Relatório técnico – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.
- MACDONALD, I. A.; CLARKE, J. A.; STRACHAN, P. A. Assessing uncertainty in building simulation. In: Building Simulation 1999, **Proceedings...** Kyoto, Japão: IBPSA, 1999.
- MECHRI, H. E.; CAPOZZOLI, A.; CORRADO, V. Use of the ANOVA approach for sensitive building energy design. **Applied Energy**, v. 87, n. 10, p. 3073 – 3083, 2010.
- SCALCO, V.A.; FOSSATI, M.; VERSAGE, R.S.; SORGATO, M.J.; LAMBERTS, R.; MORISHITA, C. Innovative approaches to the natural ventilation of buildings. **Architectural Science Review**, v. 55, p. 71 – 81, 2012.
- SILVA, A. S.; GHISI, E. Análise de sensibilidade global dos parâmetros termofísicos de uma edificação residencial de acordo com o método de simulação do RTQ-R. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 4, p. 135-148, jul./set. 2013.
- \_\_\_\_\_. Análise comparativa dos resultados do desempenho térmico da envoltória de uma edificação residencial pelos métodos de simulação do RTQ-R e da NBR 15575-1. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 213-230, jan./mar. 2014.
- TIAN, W. A Review of sensitivity analysis methods in building energy analysis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 20, p. 411-419, 2013.
- VAN DER KNAAP, A. N. **Building performance simulation to support building energy regulation: a case study for residential buildings in Brazil**. Tese (Doutorado). Building Services, Department of the Built Environment, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, 2011.

### RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E DIREITOS AUTORAIS

A responsabilidade da correção normativa e gramatical do texto é de inteira responsabilidade do autor. As opiniões pessoais emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade, tendo cabido aos pareceristas julgar o mérito e a qualidade das temáticas abordadas. Todos os artigos possuem imagens cujos direitos de publicidade e veiculação estão sob responsabilidade de gerência do autor, salvaguardado o direito de veiculação de imagens públicas com mais de 70 anos de divulgação, isentas de reivindicação de direitos de acordo com art. 44 da Lei do Direito Autoral/1998: “O prazo de proteção aos direitos patrimoniais sobre obras audiovisuais e fotográficas será de setenta anos, a contar de 1º de janeiro do ano subsequente ao de sua divulgação”.

O CADERNOS PROARQ (issn 1679-7604) é um periódico científico sem fins lucrativos que tem o objetivo de contribuir com a construção do conhecimento nas áreas de Arquitetura e Urbanismo e afins, constituindo-se uma fonte de pesquisa acadêmica. Por não serem vendidos e permanecerem disponíveis de forma *online* a todos os pesquisadores interessados, os artigos devem ser sempre referenciados adequadamente, de modo a não infringir com a Lei de Direitos Autorais.

POLYANA PEREIRA COELHO, HENOR ARTUR DE SOUZA E PATRÍCIA MARIA FIALHO ÁLVARES.

## Regulação urbana e sustentabilidade nos sítios históricos tombados: as dificuldades e os desafios da aplicação dos instrumentos de gestão municipal em Ouro Preto – MG

*Urban regulation and sustainability in historic sites: difficulties and instruments of implementation of the challenges of management in municipal Ouro Preto– MG.*

Regulação urbana e sustentabilidade nos sítios históricos tombados: as dificuldades e os desafios da aplicação dos instrumentos de gestão municipal em Ouro Preto – MG

*Urban regulation and sustainability in historic sites: difficulties and instruments of implementation of the challenges of management in municipal Ouro Preto– MG*

#### **Polyana Pereira Coelho**

Graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído, UFMG. Atuação profissional: arquiteta e urbanista da Secretaria Municipal de Cultura e Patrimônio em Ouro Preto - MG desde 2012.

*Graduated in Architecture and Urban Planning from the Federal University of Juiz de Fora. Specialization in Technological Systems and Sustainability applied to the Built Environment, UFMG. Works as architect and urban planning of the Municipal Department De-part of Culture and Heritage in Ouro Preto - MG since 2012.*

**polyanapcoelho@gmail.com**

#### **Henor Artur de Souza**

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1981), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1985) e doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1993). Atualmente é professor Titular da Universidade Federal de Ouro Preto.

*Graduated in Mechanical Engineering from the Federal University of Santa Catarina (1981), master's degree in Mechanical Engineering from the Federal University of Santa Catarina (1985) and PhD in Mechanical Engineering from the Federal University of Santa Catarina (1993). He is currently Professor of the Federal University of Ouro Preto.*

**henor@em.ufop.br**

#### **Patrícia Maria Fialho Álvares**

Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Viçosa (2007) e mestrado em Engenharia Civil (Estruturas Metálicas) pela Universidade Federal de Ouro Preto (2009). Atualmente é arquiteta da Secretaria Municipal de Cultura e Patrimônio de Ouro Preto, MG, onde atua como Diretora do Departamento de Aprovação de Projetos e Regulação Urbana e, aluna especial do Programa de Doutorado na Engenharia Civil (Estruturas Metálicas) na Universidade Federal de Ouro Preto.

*Graduated in Architecture and Urban Planning from the Federal University of Viçosa (2007) and master's degree in Civil Engineering (Structural Steel) by the Federal University of Ouro Preto (2009). Currently is an architect of the Municipal Culture and Ouro Preto Heritage, MG, where he serves as Director of the Department of Project Approval and Urban Regulation and special student in the Doctoral Program in Civil Engineering (Steel Structures) at the Federal University of Ouro Preto.*

**patricialvares@yahoo.com.br**

## Regulação urbana e sustentabilidade nos sítios históricos tombados: as dificuldades e os desafios da aplicação dos instrumentos de gestão municipal em Ouro Preto – MG

*Urban regulation and sustainability in historic sites: difficulties and instruments of implementation of the challenges of management in municipal Ouro Preto– MG*

### Resumo

A sustentabilidade do ambiente urbano, embora seja uma pauta relativamente recente no Brasil, já atingiu o patamar de demanda prioritária e se tornou uma pauta frequente nas discussões sobre o planejamento e a gestão das cidades. Isso porque a exploração predatória dos recursos naturais tem destruído o meio ambiente e os centros urbanos se tornaram verdadeiros depósitos de lixo, esgoto e poluição. Contudo, ao se observar o cenário das cidades históricas, percebe-se que as políticas de proteção do patrimônio pouco dialogam com as questões ambientais e com o planejamento da cidade como um todo, o que compromete substancialmente o desenvolvimento sustentável dessas áreas urbanas. Diante desse contexto, no presente trabalho identificam-se os instrumentos de gestão municipal que podem contribuir para a mudança dessa realidade urbana, interferindo positivamente no bem-estar coletivo, no conforto e no equilíbrio ambiental das cidades. Investigam-se os instrumentos regulamentados pelo Estatuto da Cidade, além dos instrumentos de controle ambiental como, por exemplo, a Agenda 21 Local, e sua aplicação no município de Ouro Preto, MG. Localizado na região central do estado de Minas Gerais, Ouro Preto compõe com Tiradentes, São João Del Rei, Mariana e Diamantina, as Cidades do Ciclo do Ouro Mineiro. Ouro Preto tem aproximadamente 300 anos de história e conta com uma extensa área urbana tombada, remanescente da ocupação iniciada no século XVIII, sobre a qual legislam a Prefeitura Municipal e o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Este estudo de caso buscou agregar a preservação do patrimônio histórico e a proteção ambiental ao contexto da regulação urbana a fim de entender a articulação desses três importantes aspectos da política urbana sob a ótica do governo municipal. A partir da caracterização da situação atual do município, identificaram-se alguns dos possíveis caminhos a serem seguidos para avançar na construção de um espaço urbano que, embora protegido, possa ser mais equilibrado e sustentável..

**Palavras-chave:** Regulação urbana. Sustentabilidade. Patrimônio Histórico. Ouro Preto, MG.

### Abstract

*The sustainability of the urban environment is a relatively new agenda in Brazil, but it has reached the priority level demand and became a common agenda in discussions about planning and management of cities. In this sense, the present study demands to identify the urban management tools that could contribute to the changing of the urban setting and positively interfere in the collective well-being and the environmental city balance. That is because the predatory exploitation of natural resources destroyed the environment and some brazilian urban centers have become true garbage dumps with great volume of sewage and pollution. In addition of this, when analyzing the historical landscapes, we realize that the cultural heritage policies, the environmental policies and the urban planning do not work together, what put in risk the urban sustainable development. This research focuses in the specific municipal tools as a way to understand its application in Ouro Preto. This city is located in the central area of the brazilian state of Minas Gerais and it is surrounded by other historical cities such as Tiradentes, São João Del Rei, Mariana and Diamantina that compose together the Golden area explored by the early Portuguese settlers. Ouro Preto has about 300 years and an extensive urban protected area whose occupation started in the eighteenth century. Both the municipality and the national Institute of Historical and Artistic Heritage (IPHAN) can legislate in this historical site. So, this present research try to accrete the preservation of cities and the environmental protection with the urban regulation context in order to understand the relation between this three important aspects by the municipal government point of view. Finally, this study characterized the municipal current situation in Ouro Preto in the same way that pointed some of the possible paths to try to give another step in the construction of an urban space that may be more balanced and sustainable.*

**Keywords:** Urban regulation. Sustainability. Heritage. Ouro Preto, MG.

## Introdução

A prática de ordenação do espaço por meio do planejamento urbano modificou-se significativamente no início do Segundo Milênio. A aprovação do Estatuto da Cidade e a incorporação dos preceitos do equilíbrio ambiental e do desenvolvimento sustentável nas diretrizes para o desenvolvimento urbano impactaram positivamente o quadro jurídico brasileiro. Contudo, ainda existem inúmeras dificuldades na aplicação das diretrizes previstas nesse novo ordenamento, o que se traduz num gigantesco atraso quanto à transformação das cidades brasileiras em cidades sustentáveis.

Atualmente, são os municípios os entes federativos com maior capacidade de transformação da realidade local, uma vez que os principais instrumentos aplicáveis ao contexto urbano estão inseridos no Plano Diretor ou noutro plano urbano de competência municipal. A identificação da conjuntura política local é fundamental para a compreensão da realidade urbana, pois o sucesso na aplicação de legislações transformadoras depende da vontade política das gestões municipais em promover a democratização da cidade e o bem-estar coletivo.

Nesse contexto de reconhecimento dos instrumentos de gestão municipal, buscou-se identificar e avaliar as políticas de promoção da sustentabilidade no ambiente urbano. Assim, além da análise dos Planos Diretores e da Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, o presente trabalho buscou investigar a existência e a implementação de outros importantes instrumentos de promoção do equilíbrio ambiental, tais como a Agenda 21 e o Código de Obras e Edificações.

Quanto à sustentabilidade do ambiente urbano, cabe ressaltar a importância em se pensar a interação das edificações no território, de forma que estas contribuam positivamente com o clima urbano. Assim, estão diretamente relacionadas à sustentabilidade do ambiente urbano as diretrizes relativas ao uso, à segurança, à salubridade, à acessibilidade e à preservação dos elementos históricos, artísticos e culturais, bem como diretrizes resultantes de estudos climáticos que, aplicados ao desenho urbano, possibilitem a adaptação das edificações às características climáticas locais, ao conforto térmico, luminoso e acústico. Também faz parte dessa transformação urbana iniciativas que utilizem fontes alternativas de energia e que combatam o desperdício de recursos.

A partir do exposto anteriormente, foi escolhido como caso para estudo o município de Ouro Preto, situado na região central de Minas Gerais. Com um conjunto urbano de aproximadamente 300 anos, a cidade está entre os 19 bens brasileiros considerados Patrimônio Cultural da Humanidade pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e entre os 77 conjuntos urbanos tombados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

Estudar Ouro Preto, portanto, pressupõe acrescentar um olhar preservacionista aos apontamentos sobre a regulação urbana e ao desenvolvimento sustentável. Dentro dessa realidade, faz-se necessário desenvolver uma interação entre esses três importantes aspectos da política urbana municipal.

Sendo assim, o objetivo geral deste trabalho consiste em analisar, dentro do contexto jurídico municipal, as leis pertinentes à regulação urbana a fim de avaliar a aplicação dos preceitos do Estatuto da Cidade. Ademais, no presente trabalho, procura-se identificar os principais entraves e as principais barreiras que, atualmente, impedem que a expansão da cidade ocorra de forma vinculada à qualidade de vida dos cidadãos, à proteção ambiental e à preservação do patrimônio histórico.

Regulação urbana e sustentabilidade nos sítios históricos tombados: as dificuldades e os desafios da aplicação dos instrumentos de gestão municipal em Ouro Preto – MG

*Urban regulation and sustainability in historic sites: difficulties and instruments of implementation of the challenges of management in municipal Ouro Preto– MG*

O trabalho contribuirá com os estudos que estão sendo elaborados pelas equipes técnicas locais e com a conformação de um pensamento crítico acerca das políticas públicas de promoção da sustentabilidade, da regulação urbana e da proteção patrimonial.

## O Estatuto da Cidade e o desenvolvimento sustentável

O início do século XXI foi marcado por uma mudança qualitativa no tocante ao Planejamento Urbano Brasileiro. O Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257, foi aprovado pelo Congresso Nacional em 2001, e representou uma grande vitória nos marcos do planejamento urbano, pois vinha sendo reivindicado pelos movimentos sociais de luta pela reforma urbana desde a década de 1980. O Estatuto da Cidade veio regulamentar o Capítulo II da Constituição Federal, capítulo este que trata da Política Urbana, composto pelos Artigos 182 e 183, que ressaltam, dentre outros aspectos, como a política de desenvolvimento urbano deve estar diretamente associada à função social da cidade e da propriedade urbana. A aprovação do Estatuto significou uma mudança qualitativa jurídica e institucional por articular instrumentos de regularização fundiária, habitação, saneamento, mobilidade, gestão de resíduos, além de introduzir o equilíbrio ambiental como item essencial ao desenvolvimento urbano sustentável. O texto tratou, portanto, de incorporar ao conjunto de diretrizes da política urbana o equilíbrio ambiental como um novo conceito, como uma demanda essencial ao desenvolvimento de cidades sustentáveis.

Contudo, mesmo já estando consolidado há mais de uma década, o desafio colocado pelo Estatuto da Cidade tem se aprofundado a cada dia. A retirada de matéria-prima da natureza, a exploração de recursos energéticos, a geração de resíduos sólidos e a demanda por água potável e por alimentos são intensificadas com o passar dos anos e com o crescimento exponencial das cidades. Nas grandes metrópoles, o problema ambiental já alcançou o alerta vermelho quanto à gravidade da situação: a poluição, a impermeabilização dos solos, a falta de vegetação e de barreiras geográficas naturais têm provocado inúmeros danos ao meio ambiente urbano.

Nos municípios menores, embora os problemas ambientais sejam percebidos com menor intensidade, a política urbana também está voltada para a exploração e esgotamento dos recursos naturais. Não há uma política efetiva de proteção das áreas de risco, das áreas de proteção permanente, assim como não há saneamento básico em toda a área urbana. Soma-se a esses problemas a falta de estações de tratamento de efluentes que resulta na utilização dos cursos d'água como canais de esgotamento sanitário.

A partir desses elementos, evidencia-se que a promulgação do Estatuto da Cidade, apesar do avanço representado, não conseguiu resolver por si só os inúmeros problemas ambientais urbanos que afetam as cidades brasileiras. Tais problemas estão diretamente vinculados aos parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo, padrões construtivos e edifícios das cidades definidos em grande parte pela legislação urbanística municipal, quando existente. Os municípios encontram enorme dificuldade em aplicar os preceitos do Estatuto por falta de uma legislação municipal forte, aprimorada e atualizada, que possa contemplar todos os aspectos de uma regulação

## Regulação urbana e sustentabilidade nos sítios históricos tombados: as dificuldades e os desafios da aplicação dos instrumentos de gestão municipal em Ouro Preto – MG

*Urban regulation and sustainability in historic sites: difficulties and instruments of implementation of the challenges of management in municipal Ouro Preto– MG*

urbana voltada para a sustentabilidade e para o bem-estar coletivo.

É nesse cenário que entram em cena os instrumentos da política urbana previstos no Capítulo II do Estatuto da Cidade, organizados em seis categorias, conforme mostradas na figura [1] abaixo:

**FIGURA 1 – Instrumentos da política urbana – Estatuto da Cidade.**

Fonte: BRASIL, 2001

Categorias	Descrição
I	planos nacionais, regionais e estaduais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social
II	planejamento das regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões
III	planejamento municipal
IV	institutos tributários e financeiros
V	institutos jurídicos e políticos
VI	estudo prévio de impacto ambiental (EIA) e estudo prévio de impacto de vizinhança (EIV)

As categorias III - planejamento municipal, IV - institutos tributários e financeiros e V - instrumentos jurídicos e políticos se desdobram em outros variados instrumentos que, associados e devidamente estabelecidos por lei específica, servirão de base para que os municípios avancem na construção de um ambiente urbano equilibrado, inclusivo e sustentável. Destaca-se nesse quadro de instrumentos, dentro da categoria “planejamento municipal”, o Plano Diretor, que constituindo o “instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana” garante a ordenação do solo e se articula com outros processos de planejamento na esfera municipal.

Em relação às legislações ambientais, a preocupação com o ordenamento jurídico de proteção e defesa do meio ambiente se materializou no Brasil, inicialmente, em 1981, a partir da promulgação da Lei nº 6.938, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente e resultou na organização do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que reúne os órgãos e entidades da Administração Direta - União, Estados, DF e Municípios - responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental.

Em 2002, a construção da Agenda 21 Brasileira buscou associar o conceito de sustentabilidade às políticas de desenvolvimento urbano. As Agendas Nacionais foram desenvolvidas a partir da Agenda 21 Global que resultou das discussões realizadas na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), mais conhecida como Rio 92. A Agenda 21 consiste em um programa de ação voltado para a aplicação de métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica, e representa o compromisso de 179 países com o Desenvolvimento Sustentável do Planeta. Instrumento de planejamento participativo, a Agenda 21 deve ser um resultado de ações que congreguem governo e sociedade civil e por isso é um instrumento aliado das novas frentes de trabalho inauguradas pelo Estatuto da Cidade.

O texto da Agenda 21, mais especificamente o Preâmbulo, enfatiza que o sucesso na aplicação desse plano de ação depende, primeiramente, do comprometimento dos governos com a preparação de estratégias, planos, políticas e processos nacionais para a concretização dos objetivos estabelecidos.

A Agenda 21 Brasileira foi desenvolvida no período de 1996 a 2002 e teve, como eixo, a sustentabilidade, a partir da compatibilização entre conservação ambiental, justiça social e crescimento econômico. Pautada na articulação de soluções integradas, planejadas em médio e longo prazos, e na associação entre governo e sociedade, a Agenda 21 trabalhou questões como “economia da poupança na sociedade do conhecimen-

Regulação urbana e sustentabilidade nos sítios históricos tombados: as dificuldades e os desafios da aplicação dos instrumentos de gestão municipal em Ouro Preto – MG

*Urban regulation and sustainability in historic sites: difficulties and instruments of implementation of the challenges of management in municipal Ouro Preto– MG*

to, inclusão social para uma sociedade solidária, estratégia para a sustentabilidade urbana e rural, recursos naturais estratégicos, governança e ética para a promoção da sustentabilidade” (BRASIL, 2004, p.04).

Vale destacar a importância da Agenda 21 Local enquanto instrumento complementar aos instrumentos da política municipal de desenvolvimento urbano:

***A Agenda 21 Local é um dos principais instrumentos para se conduzir processos de mobilização, troca de informações, geração de consensos em torno dos problemas e soluções locais e estabelecimento de prioridades para a gestão de desde um estado, município, bacia hidrográfica, unidade de conservação, até um bairro, uma escola. O processo deve ser articulado com outros projetos, programas e atividades do governo e sociedade, sendo consolidado, dentre outros, a partir do envolvimento dos agentes regionais e locais; análise, identificação e promoção de instrumentos financeiros; difusão e intercâmbio de experiências; definição de indicadores de desempenho (AGENDA..., 2012)***

Desde então, o esforço em fomentar a construção das Agendas 21 Locais gerou um resultado positivo, embora muito aquém do necessário para uma mudança substancial nas políticas em prol do desenvolvimento sustentável. Em 2013, apenas 21,5% dos municípios brasileiros possuíam processos em andamento relativos à Agenda 21, conforme foi identificado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE) a partir da Pesquisa de Perfil dos Municípios Brasileiros. Tal percentual, apesar da pouca expressividade, demarca um processo positivo de mudança, tendo em vista que nos dados dos anos anteriores observava-se percentuais ainda menores, além de um processo de declínio: em 2009 a pesquisa indicou que 19,9% dos municípios haviam iniciado a elaboração da Agenda 21, enquanto em 2012 o percentual baixou para 18,1%.

## Os desafios da regulação urbana frente às intervenções nas edificações e nos conjuntos urbanos tombados

A proteção e a preservação dos sítios urbanos de valor histórico, arquitetônico, cultural ou paisagístico são imprescindíveis para a manutenção da identidade e da memória dos diferentes grupos sociais que por ali passaram ou nele se estabeleceram. O registro da história deve ser deixado às gerações futuras como símbolo do conhecimento e da experiência adquirida ao longo do tempo.

Atualmente, a preservação dos sítios históricos e a conservação dos imóveis urbanos têm no desenvolvimento urbano sustentável um importante aliado. A disseminação da lógica do consumo, que atinge tanto os bens materiais móveis quanto os imóveis, resulta numa produção exagerada desses bens, o que demanda enorme quantidade de matéria-prima e energia, impactando o meio ambiente. Sendo assim, as políticas de preservação e o incentivo ao reuso de edifícios e objetos contribuem para a sustentabilidade e o equilíbrio ambiental.

Hoje, existem no Brasil doze sítios urbanos e sete sítios naturais que são considerados Patrimônio Cultural da Humanidade e, portanto, tombados internacionalmente pela

## Regulação urbana e sustentabilidade nos sítios históricos tombados: as dificuldades e os desafios da aplicação dos instrumentos de gestão municipal em Ouro Preto – MG

*Urban regulation and sustainability in historic sites: difficulties and instruments of implementation of the challenges of management in municipal Ouro Preto – MG*

UNESCO. Dentre os conjuntos tombados internacionalmente, têm-se a predominância dos centros históricos de características coloniais, tais como o Centro Histórico de Ouro Preto/MG, Olinda/PE, Salvador/BA, São Luiz do Maranhão/MA, Diamantina/MG e Goiás/GO. Não menos importante, o tombamento nacional, realizado pelo IPHAN preserva 77 conjuntos urbanos espalhados por todas as regiões do Brasil. Somam-se a esse contingente, os conjuntos tombados estadualmente e municipalmente.

A preocupação com a proteção do patrimônio está presente no ordenamento jurídico brasileiro desde 1937, quando por meio do Decreto-Lei nº 25 criou-se o Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – SPHAN (atual IPHAN), para proteger as cidades e os monumentos da modernização das reformas urbanas e do interesse imobiliário. Reafirmada pelo Art. 216 da Constituição Federal de 1988 e pelo Art. 2º, inciso XII do Estatuto da Cidade, a proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico tornou-se diretriz obrigatória a ser contemplada pelos planos urbanos e pelas legislações municipais.

Contudo, a preservação dos conjuntos urbanos tombados não pressupõe o congelamento das cidades. Os parâmetros para as intervenções contemporâneas deverão ser definidos em leis específicas de modo a evitar que o novo se sobreponha ou se confunda com o existente. A preservação do conjunto tombado só será possível se for permitido à cidade expandir-se, adensar-se e modificar-se. Percebe-se, portanto, que a regulação urbana nas cidades históricas enfrenta um grande desafio: preservar o antigo e abrir-se ao novo.

No Brasil, um instrumento que apresenta um grande potencial para regulamentar os critérios e procedimentos a serem utilizados na elaboração e execução de projetos de edificações e controlar as atividades de construção dentro da particularidade local de preservação do patrimônio histórico é o Código de Obras e Edificações. Instituído por lei municipal como instrumento complementar a Lei de Uso e Ocupação do Solo, o Código de Obras, quando existente, é requisito para a obtenção da licença urbanística municipal. Somente por meio da licença municipal, que afirma a compatibilização dos interesses individuais com os interesses coletivos e com o desenvolvimento urbano, o proprietário poderá exercer o seu direito sobre a propriedade, sendo-lhe permitido executar as intervenções devidamente aprovadas. Também devem ser previstas em lei, assim como os procedimentos para o licenciamento, as bases para a efetivação da fiscalização municipal, como a determinação das infrações e a previsão de sanções e multas aplicáveis a cada caso.

Subordinado às estratégias de desenvolvimento estabelecidas no Plano Diretor, o Código de Obras e Edificações, assim como a Lei de Uso e Ocupação do Solo, deve ser elaborado a partir da preocupação em se estabelecer uma boa interação entre as novas edificações e o conjunto urbano construído. Para essa interação, as construções devem atender às premissas do conforto ambiental e da eficiência energética considerando o clima urbano e a qualidade ambiental. Assim, para além das diretrizes relativas ao uso, à segurança, à salubridade, à acessibilidade e à preservação dos elementos históricos, artísticos e culturais, também devem ser elaborados estudos climáticos que possibilitem a elaboração de diretrizes para o conforto térmico, luminoso e acústico, para a utilização de fontes de energia alternativas e combate ao desperdício.

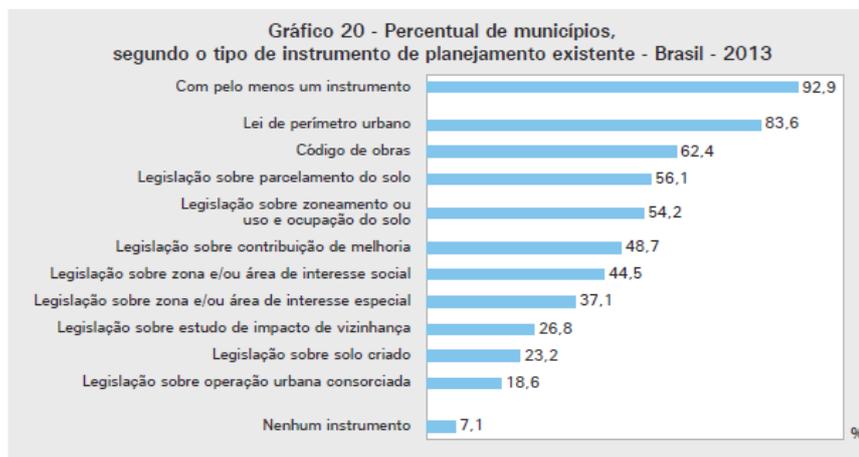
A partir da Pesquisa de Perfil dos Municípios Brasileiros realizada pelo IBGE em 2013, conforme dados mostrados na figura [2] abaixo, do total de municípios brasileiros 62,4 % declararam ter Código de Obras e Edificações, enquanto 54,2% declararam ter Lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo. Esses dados demonstram que os instrumentos legais, embora apresentem um grande potencial de transformação da realidade urbana, ainda são pouco aplicados.

Regulação urbana e sustentabilidade nos sítios históricos tombados: as dificuldades e os desafios da aplicação dos instrumentos de gestão municipal em Ouro Preto – MG

*Urban regulation and sustainability in historic sites: difficulties and instruments of implementation of the challenges of management in municipal Ouro Preto– MG*

FIGURA 2 – Percentual de municípios, segundo o tipo de instrumento de planejamento existente.

Fonte: IBGE, 2013.



Dentre os Códigos de Obras existentes, muitos estão desatualizados e por isso não configuram um mecanismo relevante quanto à alteração do cenário das cidades brasileiras. Além disso, a falha na articulação dos diversos dispositivos de orientação, controle e fiscalização das construções resulta na aplicação desequilibrada da lei, consolidando políticas de favorecimento, exclusão e segregação, além de ampliar a cada dia a destruição e os prejuízos ambientais.

## Gestão urbana, sustentabilidade e preservação do patrimônio: a realidade de Ouro Preto, MG.

O conceito de patrimônio e de preservação adotado no Brasil foi se modificando ao longo da história e, à medida que o conceito adquiria relevância, as políticas de preservação foram sendo instauradas nas esferas administrativas. O século XXI trouxe uma mudança significativa em relação ao desenvolvimento dos sítios históricos, que deixaram de ser vistos como uma “obra de arte intocável” e passaram a ser tratados como espaços socializados, repletos de interação cultural e, portanto, passíveis de transformação.

As modificações na relação da preservação do patrimônio com o planejamento urbano se efetivaram em 2003, a partir da criação do Plano de Preservação de Sítio Histórico Urbano (PPSH). Esse plano foi um instrumento de caráter normativo, que incidu sobre os sítios urbanos tombados em nível federal, a fim de aliar preservação e desenvolvimento e incentivar a gestão compartilhada.

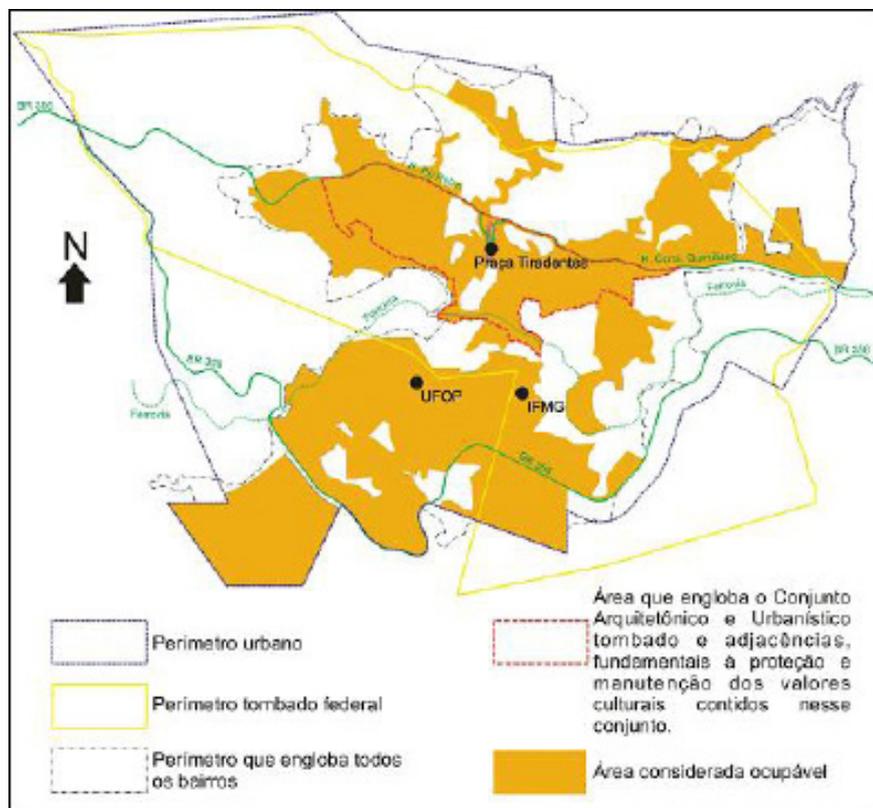
As mudanças do início do século não demoraram a repercutir no município de Ouro Preto. As normativas federais e as orientações legais realizadas por meio de portarias e decretos genéricos foram complementadas por uma legislação específica para a cidade. A partir da Portaria n° 122, instituída em 2004 pelo IPHAN, definiu-se as diretrizes de intervenção e os parâmetros para aprovação de projeto no perímetro de tombamento da cidade, ilustrado na figura [3], abaixo, a fim de garantir a manutenção das características, da unidade e da harmonia do conjunto urbano.

## Regulação urbana e sustentabilidade nos sítios históricos tombados: as dificuldades e os desafios da aplicação dos instrumentos de gestão municipal em Ouro Preto – MG

*Urban regulation and sustainability in historic sites: difficulties and instruments of implementation of the challenges of management in municipal Ouro Preto– MG*

**FIGURA 3 – Mapa esquemático**  
– Perímetro urbano e perímetro  
tombado do distrito sede.

Fonte: PMOP, 2015.



O histórico do desenvolvimento da legislação urbana de âmbito municipal, contudo, demonstra que o processo de definição de tais leis específicas foi longo e arrastou-se por vários anos, mantendo-se sem definição por longa data não havendo, na maioria das vezes, interesse dos governantes em assumir uma postura efetiva enquanto legisladores, fiscalizadores e, conseqüentemente, preservacionistas.

Após anos de descaso e abandono decorrentes da perda do título de Capital de Minas Gerais que em 1897 foi transferida para a cidade de Belo Horizonte, por volta de 1920, a partir do interesse e da influência de arquitetos, urbanistas e diversos artistas, Ouro Preto volta a se destacar. Havia um receio da elite cultural do país de que maiores danos ocorressem ao patrimônio histórico e artístico edificado que surgia enquanto objeto de arte a ser preservado. A partir desse momento, intensificou-se as solicitações ao Poder Público quanto à elaboração de legislações voltadas para a proteção e salvaguarda da cidade. Nessa época, foram elaborados diversos projetos de lei pelo Governo do Estado de Minas Gerais, visando à proteção do patrimônio da cidade, mas nenhum foi efetivamente desenvolvido e promulgado.

Após esse período, diversas outras tentativas de elaboração de legislações urbanísticas foram realizadas sem sucesso. Diversos Planos Diretores foram elaborados desde a década de 1990, sendo que alguns não chegaram a ter ações concretas. Entre as dificuldades destacavam-se os entraves administrativos e políticos, incluindo dentre os administrativos a falta de técnicos capacitados, material para as equipes de trabalho e, dentre os políticos, o fato de que os agentes públicos, em sua maioria, preferiam a situação de omissão legal, que privilegiava o clientelismo e o favorecimento nas

## Regulação urbana e sustentabilidade nos sítios históricos tombados: as dificuldades e os desafios da aplicação dos instrumentos de gestão municipal em Ouro Preto – MG

*Urban regulation and sustainability in historic sites: difficulties and instruments of implementation of the challenges of management in municipal Ouro Preto – MG*

relações entre o poder público e a sociedade civil, a ter que instalar uma estrutura administrativa de gestão urbana e patrimonial. Em 1990, foram publicadas por meio da Lei nº 57 diretrizes para elaboração do Plano Diretor do Município, sob as delimitações inauguradas pela Constituição Federal. Em 1996, finalmente um plano foi elaborado e aprovado pela primeira vez, porém não houve sua efetiva aplicação.

Cerca de uma década depois, inicia-se um avanço legislativo a partir da mudança do cenário político da cidade e, em 2001, ocorre a implementação do Programa Federal MONUMENTA, programa que buscou conjugar recuperação e preservação do patrimônio histórico com desenvolvimento econômico e social. O MONUMENTA em Minas Gerais também foi desenvolvido em Congonhas, Diamantina, Mariana e no Serro. Como resultado direto da mudança de conjuntura e das novas frentes de trabalho abertas pelo programa no município, ocorre, em 2006, a reestruturação da Secretaria Municipal de Patrimônio e Desenvolvimento Urbano (antiga Secretaria Municipal de Cultura e Patrimônio). Essa Secretaria deu um novo impulso à preservação no âmbito da gestão municipal unindo as políticas de proteção do patrimônio às políticas de planejamento urbano. O Grupo de Assessoramento Técnico – GAT e o Conselho Municipal de Patrimônio foram colocados em ação. Um novo Plano Diretor, atualizado, promulgado ao final deste mesmo ano por meio da Lei Complementar nº 29, agregou as conquistas do Estatuto da Cidade aos preceitos da preservação do patrimônio e acrescentou as diretrizes para a proteção ambiental. Os temas função social da cidade e da propriedade, estruturação territorial, desenvolvimento econômico, proteção ambiental, proteção ao patrimônio cultural, política de desenvolvimento social, produção da cidade e mobilidade urbana intitularam alguns dos capítulos da Lei. A Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, conforme previsão do Art. 81 do Plano Diretor, foi promulgada no dia 28 de dezembro de 2006.

Todas as conquistas supracitadas, além do apoio político e do interesse na reforma e resgate do patrimônio cultural urbano que vinham sendo efetivados pelo MONUMENTA, somente se concretizaram a partir da realização de concurso público com posterior contratação de equipe técnica capacitada, para que as ações fossem verdadeiramente incorporadas no cotidiano da regulação urbana e preservação do patrimônio histórico da cidade.

A partir de então, o município assume sua função enquanto principal órgão de gestão do território, tarefa que anteriormente era desempenhada pelo IPHAN. Ao final de 2010, por meio da Lei Complementar nº 91, o Plano Diretor passa por alterações pontuais, e em 2011, a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo foi revisada dando origem aos parâmetros utilizados nos dias atuais.

Em decorrência das eleições municipais no fim do ano de 2012, novamente há uma mudança, porém, com um retrocesso no cenário cultural e no desenvolvimento urbano sustentável, resultando em uma total estagnação das ações que vinham se desenvolvendo. O modelo de gestão que associava proteção do patrimônio e desenvolvimento urbano, colocado em prática em 2006 pela Secretaria Municipal de Patrimônio e Desenvolvimento Urbano (SMPDU) foi dissolvido pela nova gestão política logo no início do ano de 2013. O modelo da SMPDU, apesar dos limites que apresentava, representou a tentativa de unir o planejamento urbano e a preservação do patrimônio administrando as inter-relações espaciais na cidade como um todo. A proposta teve grande aceitação e ficou reconhecida nacionalmente, tornando-se ganhadora do Prêmio Rodrigo Melo Franco de Andrade em 2011 na categoria Preservação de Bens Imóveis a partir do projeto “Ouro Preto: um novo modelo de gestão de cidades históricas”. Tal modelo foi substituído pela estrutura anterior, fragmentada, composta pela

## Regulação urbana e sustentabilidade nos sítios históricos tombados: as dificuldades e os desafios da aplicação dos instrumentos de gestão municipal em Ouro Preto – MG

*Urban regulation and sustainability in historic sites: difficulties and instruments of implementation of the challenges of management in municipal Ouro Preto– MG*

Secretaria de Cultura e Patrimônio, que atua apenas sobre o núcleo tombado e pela Secretaria de Obras e Urbanismo. Embora tenha havido um grande movimento dos arquitetos do município e de outros profissionais que acompanham com frequência os conselhos da cidade, dentre eles o de políticas urbanas e o de proteção patrimonial, não foi possível reverter o caso em tela. Uma carta aberta assinada por mais de 30 profissionais (arquitetos e urbanistas, técnicos renomados em restauro, professores, advogados, historiadores, geógrafos, dentre outros profissionais) foi endereçada à Câmara de Vereadores na tentativa de barrar a reforma administrativa. Contudo, tal intento não foi alcançado e a reforma foi aprovada.

Dentro desse resumido panorama legislativo apresentado, pode-se perceber que o município de Ouro Preto acompanhou, em grande parte, os avanços inaugurados pelo Estatuto da Cidade e concretizou, ao menos em forma de lei, a regulamentação das diretrizes e dos instrumentos capazes de efetivar a função social da cidade e da propriedade.

Contudo, tais avanços representam um pequeno passo frente ao desafio enunciado no Art. 2 do Estatuto quanto à “garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações”. (BRASIL, 2001).

Além da amplitude da tarefa, outros elementos dificultam ainda mais o processo de construção de uma nova realidade, como por exemplo, a negligência dos gestores públicos para com a atualização necessária e obrigatória das Leis. O Plano Diretor de Ouro Preto indica, já no Capítulo 1, Artigo 1º, §3º, o prazo máximo para a revisão deste, estabelecido em cinco anos a partir da sua publicação, ou seja, 2011. Portanto, já se passaram mais de quatro anos do prazo legal de revisão do Plano e nada foi feito. Embora haja uma cobrança sistemática dos técnicos quanto à necessária e obrigatória atualização do Plano Diretor, as gestões não demonstram interesse e intenção em fazê-la senão por força maior. A Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação, revisada em 2011, embora seja o principal instrumento de controle urbanístico até os dias de hoje, já nasceu defasada, pois utilizou como referência a estratégia de desenvolvimento urbano definida no Plano Diretor de 2006, desconsiderando os impactos e as mudanças territoriais, sociais e culturais ocorridos desde então.

Quanto à Agenda 21 e ao Código de Obras, instrumentos chave na consolidação de uma nova experiência de sustentabilidade no ambiente urbano, Ouro Preto não avançou. O primeiro deles, a Agenda 21 Local, foi estabelecida em 15 de maio de 2007, por meio da Lei nº 333.

No texto da Lei foram previstos os capítulos a serem desenvolvidos: Agenda 21 Estrutural, Agenda 21 Mineral e Agenda 21 da Juventude na Escola e Universidade. A responsabilidade recaiu sobre o Fórum Ouro-Preitano da Agenda 21 Local. Além da Lei de criação também é possível encontrar nos registros legislativos digitais da Câmara Municipal, a Portaria nº 17/07, que nomeia uma Comissão Especial de Meio Ambiente, Recursos Naturais e Agenda 21 Local.

Outra fonte de informações sobre a Agenda 21 Local de Ouro Preto foi encontrada no acervo digital da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) sob o título “Agenda 21 Local: consolidando as bases para o desenvolvimento sustentável da mineração em pequena escala” (OLIVEIRA, L. B., 2010). Nesse trabalho, foram apontadas as iniciativas que acompanharam a criação da Agenda 21 Local, dentre as quais se destacam, em ordem cronológica: 1º Encontro de Processos de Agendas 21 Locais – fevereiro de 2007; Plenária na Câmara Municipal de Ouro Preto para apresentação da Agenda 21 – março de 2007; Seminário de Capacitação para a Agenda 21 Local – março de 2007; Seminário

Regulação urbana e sustentabilidade nos sítios históricos tombados: as dificuldades e os desafios da aplicação dos instrumentos de gestão municipal em Ouro Preto – MG

*Urban regulation and sustainability in historic sites: difficulties and instruments of implementation of the challenges of management in municipal Ouro Preto– MG*

Técnico de Diagnóstico para referência da Agenda 21 Local – abril de 2007; Seminário de Implantação da Agenda 21 Mineral de Ouro Preto – abril de 2007; Assinatura do Termo de Cooperação Mútua, entre a Prefeitura Municipal, a Câmara Municipal, a ONG Interforum Global e a UFOP – maio de 2007; Seminário Intermunicipal de Agenda 21 Local – maio de 2007; Seminário Geral de Capacitação da Agenda 21 Local – agosto de 2007.

Para além dos registros oficiais e dos dados já apontados, foram encontradas somente notícias informais sobre a criação e o lançamento da Agenda 21 Mineral e Agenda 21 da Juventude, todas datadas de 2007.

Assim, a Agenda 21 Local estagnou no ano de 2007 e avançou pouco em relação às primeiras linhas da Lei. Embora se tenha a informação de que os Grupos de Trabalho continuaram a desenvolver suas atividades nos anos seguintes, os registros dessas ações são praticamente inexistentes e tais atividades praticamente não efetivaram mudanças na realidade do município de Ouro Preto.

Quanto ao Código de Obras e Edificações, este nunca foi regulamentado pelo município. Embora citado inúmeras vezes no Código de Posturas, que foi instituído em 1980, por meio da Lei nº 178, o Código de Obras nunca adquiriu formato oficial para aplicação e regulação do território. O único registro oficial encontrado nos arquivos eletrônicos da Câmara Municipal diz respeito a uma comissão especial formada em 1992 para emissão de parecer sobre o anteprojeto de Código de Obras de Ouro Preto, elaborado pela ENGEARP – Arquitetura e Engenharia Ltda<sup>1</sup>. Um segundo registro foi encontrado nos arquivos do Diário Oficial eletrônico do município e consiste numa breve menção do Código de Obras numa ata de uma das reuniões do Conselho Municipal de Política Urbana – COMPURB – em abril de 2013. Apesar dos registros quase inexistentes, em consulta ao corpo técnico da Prefeitura, foram identificadas algumas iniciativas de elaboração de um Código de Obras para o município, que não obtiveram sucesso e não se materializaram.

A falta de apoio dos governantes, o não interesse em disponibilizar uma comissão técnica para estudo e redação da lei e a omissão em atuar na articulação de todos os setores necessários à sua elaboração, tais como comunidade, técnicos e associações foram apontados como os principais entraves ao avanço do Código de Obras.

Observa-se que, mesmo com um corpo técnico especializado e capacitado, sem o real interesse político, nenhuma ação é concluída, seja no sentido da promulgação de novas legislações, seja no andamento de processos já iniciados.

## Considerações Finais

Diante das análises apresentadas ao longo deste trabalho, ficou comprovada a existência de um conjunto significativo de legislações capazes de embasar uma transformação das cidades brasileiras em territórios democráticos, igualitários e sustentáveis. Porém, a previsão legal é apenas o início de um longo caminho até a transformação concreta da realidade. Para se avançar nesse caminho, uma mudança política é imprescindível, uma vez que as decisões sobre o espaço urbano e sua regulamentação

1 Portaria Nº 02/92 – 04 de fevereiro de 1992. Disponível em: <[http://www.sistemasigla.org/arquivos/sisnorm/NJ\\_img\(2562\).pdf](http://www.sistemasigla.org/arquivos/sisnorm/NJ_img(2562).pdf)>. Acesso em: 06 jun. 2015.

Regulação urbana e sustentabilidade nos sítios históricos tombados: as dificuldades e os desafios da aplicação dos instrumentos de gestão municipal em Ouro Preto – MG

*Urban regulation and sustainability in historic sites: difficulties and instruments of implementation of the challenges of management in municipal Ouro Preto– MG*

dependem, necessariamente, do interesse dos gestores urbano, das diversas esferas administrativas.

Em relação ao município de Ouro Preto, foi identificado que, embora se tenha as diretrizes urbanísticas contidas no Plano Diretor e na Lei de Uso e Ocupação do Solo, estas ainda são insuficientes para subsidiar um desenvolvimento local pautado na responsabilidade ambiental e na qualidade do meio ambiente urbano. Isso se deve, principalmente, ao fato de não haver um Código de Obras e Edificações, e também ao fato de que as iniciativas de proteção ambiental, tal como a Agenda 21 Local, não foram colocadas em prática.

Neste sentido, em relação ao processo legislativo, conclui-se que há uma defasagem na aplicação dos instrumentos de planejamento municipal previstos no Estatuto da Cidade. Além disso, faltam elementos de combate à especulação imobiliária e instrumentos de regulação do solo urbano, como o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) progressivo, regularização onerosa, a assistência técnica gratuita, dentre outros instrumentos tributários e financeiros, jurídicos e políticos que infelizmente ainda não são aplicados no município. Nesse contexto, os outros instrumentos de planejamento tais como o plano plurianual, orçamento participativo, programas setoriais e planos de desenvolvimento econômico e social, embora não configurem instrumentos urbanísticos, se colocam como ferramentas aliadas da gestão democrática da cidade e da redução das disparidades socioespaciais visto que o processo de mudança é essencialmente político. Nesse sentido é extremamente importante que esses instrumentos sejam pautados na real participação popular, na inclusão e na justiça social.

Quanto à sustentabilidade no ambiente urbano, há uma necessidade urgente de se pensar a cidade a partir da preservação e da proteção do patrimônio histórico, do conforto do usuário, da reabilitação de prédios abandonados, da melhoria da infraestrutura urbana, da concretização de projetos de regularização fundiária assim como da construção de habitação social de qualidade, itens fundamentais para a transformação das cidades em territórios democráticos e sustentáveis.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal de Ouro Preto e Secretaria Municipal de Cultura e Patrimônio.

## Referências

AGENDA 21 Brasileira, 2012. Disponível em <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 27 de junho de 2015.

BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil**, de 5 de outubro de 1988.

BRASIL, **Decreto 4.297/02**, Regulamenta o art. 9o, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências, de 10 de julho de 2002.

Regulação urbana e sustentabilidade nos sítios históricos tombados: as dificuldades e os desafios da aplicação dos instrumentos de gestão municipal em Ouro Preto – MG

*Urban regulation and sustainability in historic sites: difficulties and instruments of implementation of the challenges of management in municipal Ouro Preto– MG*

BRASIL, Lei nº 10.257, **Estatuto da Cidade**, de 10 de julho 2001.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 brasileira: ações prioritárias / Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional**. 2. ed. Brasília, 2004

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **AGENDA 21 da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Capítulo 7: Promoção do Desenvolvimento Sustentável dos Assentamentos Humanos, 1992.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Pesquisa nacional para identificar os resultados de implementação de processos de agendas 21 locais**. Brasília, 2009.

Carta aberta aos vereadores de Ouro Preto - MG. Ouro Preto, 2013. Disponível em: <<http://www.jornalvozativa.com> > Acesso em: 04 fev. 2016.

CSABA D., SUELI R. S. (org). **O Processo de Urbanização no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

IBGE, **Perfil dos municípios brasileiros 2013**. Brasília, 2014.

MENICONI, R. O. **A Construção de uma Cidade-Monumento: o caso de Ouro Preto**. Belo Horizonte: Escola de Arquitetura e Urbanismo UFMG, 1999. Dissertação de Mestrado.

OLIVEIRA, L. B. **Agenda 21 Local: consolidando as bases para o desenvolvimento sustentável da mineração em pequena escala**. UFOP, 2010

OLIVEIRA, M. A. **Os valores culturais da paisagem urbana em Ouro Preto. Um Estudo de Caso das Áreas Verdes na Ladeira Santa Efigênia e Entorno Próximo**. Salvador: Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da UFBA, 1997.

OLIVEIRA, M. R. S. **Gestão Patrimonial em Ouro Preto: Alcances e Limites das Políticas Públicas Preservacionistas**. Campinas: Pós – Graduação em Geografia Análise Ambiental e Dinâmica Territorial da UNICAMP, 2005. Dissertação de Mestrado.

OURO PRETO, **Lei Complementar nº 01/1996**, Institui o Plano Diretor do Município de Ouro Preto e dá outras providências, de 10 de dezembro de 1996.

OURO PRETO, **Lei Complementar nº 02/2005**, Estabelece a Estrutura Básica e a organização administrativa da Prefeitura Municipal de Ouro Preto e da outras providencias, de 12 de janeiro de 2005.

OURO PRETO, **Lei Complementar nº 15/2006**, Altera a Lei Complementar nº 02/1005, modifica a denominação da Secretaria Municipal de Turismo, Indústria e Comércio e da Secretaria Municipal de Cultura e Patrimônio, suas respectivas competências e dá outras providências, de 27 de Abril de 2006.

OURO PRETO, **Lei Complementar nº 30/2006**, Estabelece Normas e Condições para o parcelamento, a ocupação e o uso do solo urbano no município de Ouro Preto, de 28 de Dezembro de 2006.

OURO PRETO, **Lei Complementar nº 91/2010**, Altera a Lei Complementar nº29/2006, que estabelece o Plano Diretor do Município de Ouro Preto e dá outras providências, de 28 de outubro de 2010.

OURO PRETO, **Lei Complementar nº 93/2011**, Estabelece Normas e Condições para o parcelamento, a ocupação e o uso do solo urbano no município de Ouro Preto, de 20 de Janeiro de 2011.

Regulação urbana e sustentabilidade nos sítios históricos tombados: as dificuldades e os desafios da aplicação dos instrumentos de gestão municipal em Ouro Preto – MG

*Urban regulation and sustainability in historic sites: difficulties and instruments of implementation of the challenges of management in municipal Ouro Preto– MG*

OURO PRETO, **Lei Complementar nº29/2006**, Estabelece o Plano Diretor do Município de Ouro Preto, de 28 de Dezembro de 2006.

OURO PRETO, **Lei nº 333/07**, Dispõe sobre o Programa da Agenda 21 Local, de 11 de maio de 2007.

OURO PRETO, **Lei nº 57/90**, Dispõe sobre as diretrizes básicas do Plano Diretor do Município de Ouro Preto e dá outras providências, de 10 de dezembro de 1990.

OURO PRETO, **Portaria 17/07**, Nomeia Comissão Especial de Meio Ambiente, Recursos Naturais e Agenda 21 Local, de 08 de fevereiro de 2007.

PMOP. Prefeitura Municipal de Ouro Preto. Arquivos da Secretaria Municipal de Cultura e Patrimônio. 2015.

#### RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E DIREITOS AUTORAIS

A responsabilidade da correção normativa e gramatical do texto é de inteira responsabilidade do autor. As opiniões pessoais emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade, tendo cabido aos pareceristas julgar o mérito e a qualidade das temáticas abordadas. Todos os artigos possuem imagens cujos direitos de publicidade e veiculação estão sob responsabilidade de gerência do autor, salvaguardado o direito de veiculação de imagens públicas com mais de 70 anos de divulgação, isentas de reivindicação de direitos de acordo com art. 44 da Lei do Direito Autoral/1998: “O prazo de proteção aos direitos patrimoniais sobre obras audiovisuais e fotográficas será de setenta anos, a contar de 1º de janeiro do ano subsequente ao de sua divulgação”.

O CADERNOS PROARQ (issn 1679-7604) é um periódico científico sem fins lucrativos que tem o objetivo de contribuir com a construção do conhecimento nas áreas de Arquitetura e Urbanismo e afins, constituindo-se uma fonte de pesquisa acadêmica. Por não serem vendidos e permanecerem disponíveis de forma *online* a todos os pesquisadores interessados, os artigos devem ser sempre referenciados adequadamente, de modo a não infringir com a Lei de Direitos Autorais.

LUIZ GUSTAVO SOBRAL FERNANDES

# Inversão de perspectivas: notas sobre arquitetura e o moderno no Brasil

*Perspective inversion: notes of architecture and the  
modern in Brazil*

**Luiz Gustavo Sobral Fernandes**

Graduação em Arquitetura e Urbanismo pelo Mackenzie e em Geografia (em andamento) pela Universidade de São Paulo. É mestrando em Arquitetura e Urbanismo também pela Universidade de São Paulo.

*Architect and Urban Planner graduated from Mackenzie/SP and current student in Geography at the University of São Paulo (USP). Master's student in Architecture and Urban Planning also from the University of São Paulo.*

**luiz.gustavo1992@hotmail.com**

### Resumo

Este artigo objetiva interpretar a arquitetura brasileira a partir de uma perspectiva já abordada por alguns autores, mas ainda pouco usual e corriqueira nos debates da disciplina. Muitos visualizam a arquitetura que se desenvolveu no Brasil ao longo do século XX como uma manifestação *única*, rica em *inventividade* e que se tornaria internacionalmente conhecida. Em outra perspectiva, porém, ela transpareceria os impasses do projeto moderno e da própria formação nacional brasileira: a arquitetura moderna que objetivava a racionalização da construção e a produção em massa que atendesse a um volume maior de pessoas jamais se concretizou. No Brasil, periferia do mundo, na ausência de meios tecnológicos que permitissem uma construção *serial*, surgiu um projeto *simbólico* e *sedutor*, que não contribuiria para a construção de um País que vinha se tornando urbano e industrializado. Ironicamente, a modernidade arquitetônica das terras tropicais acaba, quando interpretadas, transparecendo características não superadas da história do País, um símbolo dos impasses da modernização brasileira. Para o debate proposto, projetos seminais desse período servem como aportes para breves interpretações realizadas.

**Palavras-chave:** Escola Carioca. Oscar Niemeyer. Arquitetura brasileira. Brasília. Modernização.

### Abstract

*This article aims to interpret the Brazilian architecture from a perspective been approached by some authors, but still unusual and commonplace in discussions of the subject. Many visualize the architecture that developed in Brazil during the twentieth century as a single manifestation, rich in inventiveness and becoming internationally known. From another perspective, however, it shows the impasses of modern design and own Brazilian national training: the modern architecture that was aimed at streamlining the construction and mass production that would meet a higher volume of people never materialized. In Brazil, the periphery of the world, in the absence of technological means that enable a serial construction, there was a symbolic and seductive design, which does not contribute to building a country that was becoming urban and industrialized. Ironically the architectural modernity of tropical lands ends up transpiring unsurpassed features the country's history, when interpreted as a symbol of the impasses of Brazilian modernization. For the proposed debate, seminal projects that period serve as inputs to brief interpretations made.*

**Keywords:** Carioca School. Oscar Niemeyer. Brazilian architecture. Brasilia. Modernization.

## Prólogo

De forma tradicional, enxerga-se a arquitetura que se desenvolveu no País ao longo do século passado com *olhar seduzido*. Ultrapassando cópias das vanguardas europeias, teria se desenvolvido em terras tropicais uma arquitetura *outra*, inventiva e original, que fundiria o moderno com traços e possibilidades de brasilidade. Percurso de projeto que se inicia com a construção do Ministério da Educação e Saúde (1936), teria seu ponto máximo na construção de Brasília (1957): uma nova capital supostamente coraria uma nova etapa de um novo País, em pleno desenvolvimento. Em outra perspectiva, porém, é importante lembrar que a materialidade do projeto se encontra ancorada em um quadro social maior, considerando que é produto de uma construção realizada dentro de determinado tempo histórico. A hipótese desenvolvida aqui é a que parte expressiva da arquitetura brasileira desenvolvida ao longo do século XX carrega não o peso de um desenho utópico e rico em possibilidades, mas coroa um quadro social, político e econômico existente no País e as próprias incoerências de berço da vanguarda modernista. A ‘modernidade’ é aqui apropriada em outra versão, em que as hipóteses de projeto servem como símbolo *vulgar* do progresso no imaginário popular. As experiências realizadas no Brasil não seriam a construção de uma possibilidade *outra* de País, por meio da arquitetura, mas ironicamente como um instrumento em que transparecem as perversidades da história brasileira.

Para a realização do debate pretendido, optou-se, em um primeiro plano, por esclarecer e apresentar as interpretações mais conhecidas sobre a arquitetura moderna brasileira. Em um segundo momento, se faz necessário observar o polo oposto a esse debate, que interpreta as características da arquitetura brasileira (em sua versão mais recorrente) como uma produção que, impossibilitada pela ausência de processos construtivos existentes, se desvirtua para uma estética única que manifestaria interesses *variados*. Posteriormente, exemplares da arquitetura moderna brasileira são interpretados em uma relação de continuidade e intensidade, dando ênfase no Ministério da Educação e Saúde e em Brasília. O primeiro foi selecionado pela sua característica e relação com a formação do Estado Novo e uma possível construção ideológica. Já o segundo manifesta, em uma escala nunca antes vista no País, uma série de elementos que configuram uma modernidade simbólica, epidérmica e desvinculada dos princípios fundadores da vanguarda da arquitetura moderna.

## Arquitetura moderna brasileira<sup>1</sup>

Poucos países periféricos são reconhecidos por terem elaborado hipóteses à vanguarda da arquitetura moderna de forma consistente, com sua produção chamando a atenção de parte considerável do mundo ocidental. O Brasil possivelmente se situa dentro de um seletivo grupo deles, onde (como interpreta parte da crítica de arquitetura do País), dentro de restritas possibilidades históricas e materiais, constituiu um exemplar arquitetônico que, principalmente após uma série de publicações – como a sempre mencionada *Brazil Builds e Modern Architecture in Brazil* (GOODWIN, 1943; MINDLIN, 1956) – tem seu espaço de veneração entre os críticos de arquitetura de todo o mundo.

<sup>1</sup> Considera-se aqui importante estabelecer um breve percurso da arquitetura brasileira, considerando que as interpretações tratadas neste tópico são as mais recorrentes.

Em meados da década de 1930, uma *história arquitetônica* (que desencadeará outras formas de fazer projeto) se desenvolveu por aqui e é de conhecimento público<sup>2</sup>: convidado por Gustavo Capanema, então Ministro da Educação e Saúde Pública, Lucio Costa desenvolveu com uma equipe de arquitetos brasileiros o projeto para a nova sede do ministério. Com direito à consultoria de Le Corbusier, que encabeça alguns preceitos básicos que se materializariam no projeto, o novo edifício do Ministério da Educação e Saúde Pública (1936) seria a obra de arquitetura inicialmente responsável pela consagração internacional da arquitetura moderna brasileira mundo afora, posteriormente sucedida de trabalhos bem aclamados – “uma grande boa surpresa” (SEGAWA, 1999, p.93) para todos – como o Pavilhão Brasileiro na feira mundial de Nova York (1938).

O edifício do Ministério da Educação e Saúde Pública refletiria uma série de temas já presentes na modernidade brasileira não arquitetônica – a temática abordada é próxima das reflexões encabeçadas por Mário de Andrade (NOBRE et al., 2004): contra a imposição/importação direta de formas de fazer oriundas unicamente dos países centrais, uma fusão entre o local e a vanguarda moderna é estabelecida. Aí residiria sua grande *inventividade* (GOODWIN, 1943; MINDLIN, 1956) e sua fórmula que lhe garantiria destaque: a resposta arquitetônica é parte dos meios brasileiros de ser moderno, uma proposta de modernidade e brasilidade que ocorre de forma simultânea. Como lembra Adrián Gorelik, por mais que a arquitetura moderna já viesse sendo feita no Brasil por nomes como Warchavchik, Flavio de Carvalho e Rino Levi, a arquitetura moderna brasileira “nasceu com o projeto do Ministério da Educação” (GORELIK, 2005, p.161). O grande ‘sabor’ desta arquitetura, consagrada mundo afora, se confirmaria “não somente porque ele continha os postulados essenciais do movimento moderno, mas também porque demonstrava a existência de uma alternativa regional, identificada com as particularidades do lugar, do clima e da cultura local” (Segre, 2013, p. 287).

A construção do Ministério desencadeará o surgimento de uma figura seminal para a disciplina arquitetônica no século XX: Oscar Niemeyer (SEGAWA, 1999). Antigo estagiário de Lucio Costa e um dos membros responsáveis pela construção do Ministério, Niemeyer destrinchará os temas da brasilidade, desviando-as para uma hipótese de projeto *singular e abstrata*. Segundo interpretação de David Underwood, o arquiteto “logrou criar um modernismo plasticamente livre e ricamente escultural, que explorava a composição e as implicações poéticas do ambiente tropical” (UNDERWOOD, 2003, p.31), aplicando as novas formas a projetos como o conjunto da Pampulha (1940) e em uma sequência deles ao longo das décadas posteriores. O ápice, o ponto mais alto e eloquente – em escala, custos e ambição – de toda essa arquitetura que se desenvolveu no País é a construção da cidade de Brasília (1957), projeto interpretado posteriormente no presente artigo. Como afirma Guilherme Wisnik, “tombada como Patrimônio da Humanidade pela Unesco, em 1987, Brasília tem sido reconhecida como recentemente como um lugar único no mundo: o maior experimento moderno da história” (WISNIK, 2010, apud BRAGA, 2010, p.14).

Uma nação ‘condenada ao moderno’, como diz Mário Pedrosa (WISNIK, 2014, p.74): aqui, em terras distantes das vanguardas europeias, o moderno teria encontrado um lugar de *ser e estar*. Não pela perspectiva apresentada por Otilia Arantes (1998), debatida aqui posteriormente, mas por considerar que, “já que o passado não nos oprime, não nos é fatal” (WISNIK, 2014, p.18), as teses modernas têm em terras brasileiras,

<sup>2</sup> Afirma-se que a temática é ‘conhecimento público’, pois é um fato citado em uma série de trabalhos realizados no País (Goodwin, 1943; Mindlin, 1956; Bruand, 1991), para citar somente alguns mais emblemáticos.

na condição de uma perspectiva outra, nova e futura, uma formulação adequada. Ao fazer uma leitura do pensamento de Pedrosa, nosso sentido seria de ruptura, e não de continuidade, dado o passado colonial do País, visto que “não possuindo culturas autóctones fortes, o Brasil não teve uma identidade cultural a conservar” (WISNIK, 2014, p.18).

## Uma inversão de perspectiva: outro olhar

Por outro lado, a história da arquitetura moderna no Brasil parece um tanto *fabulosa* para aqueles que tratam de escutá-la com maior atenção. Otilia Arantes lembra que arquitetura é “referência obrigatória na interpretação da cultura contemporânea” e ainda que acredite “não estar exagerando ao observar que muito do Espírito do Tempo (...) se exprime pela linguagem arquitetônica atual” (ARANTES, 1993, p.19). Parte da crítica arquitetônica no País interpreta os acontecimentos da moderna arquitetura brasileira de forma deslocada, livre de considerações e possíveis influências históricas existentes no País e na própria vanguarda arquitetônica moderna.

É fato que é na nossa periferia do mundo que o moderno revela todas as suas contradições de forma eloquente. Em primeiro lugar, porque, como afirma Otilia Arantes (1998), o projeto moderno já emerge nas vanguardas europeias com um *impasse constitutivo*<sup>3</sup>: para além dos autores que consideram o formalismo presente na arquitetura moderna um desvio de conduta – que seriam outras interpretações de uma proposta pautada pela técnica e pela funcionalidade –, lembra que o modernismo se propunha a reformar uma política capitalista com medidas socializantes. O que aí já encontra um problema, uma questão. Como um movimento atrelado, a produção em série – a standardização moderna –, a fábrica em sentido fordista, formularia outra hipótese real e de interesse coletivo? César Santos estabelece a conexão entre a arquitetura moderna ‘socializante’ e a reprodução capitalista, quando afirma que “o desenvolvimento das novas técnicas e possibilidades da construção civil, o aparecimento de uma teoria mecânico-funcionalista no que diz respeito ao urbanismo e os princípios da arquitetura moderna são as condições necessárias à reprodução do poder e do capital<sup>4</sup>” (SANTOS, 2006, p. 294).

Em segundo lugar, porque essa vanguarda moderna, ao nascer ‘torta’ – e, portanto, inadequada às práticas construtivas que se propunha a realizar – encontrará outras finalidades, principalmente no mundo periférico.

***Ironicamente, a Nova Construção nos era funcional sob todos os aspectos: ao servir aos propósitos de modernização do Brasil (ela passou a integrar a ideologia do país ‘condenado ao moderno’) e por afinal revelar a afinidade estrutural de seu programa técnico com a racionalidade do cálculo econômico empresarial, ou do Estado, embora seu horizonte utópico parecesse dizer o contrário (ARANTES, 1998,p.104).***

3 Esta é a grande distinção entre os trabalhos de Otilia Arantes (1998) e Anatole Kopp (1990). A perspectiva de Kopp é que a vanguarda moderna teria se desvinculado de suas ideias iniciais, mantendo o projeto moderno supostamente inconcluso. Otilia parte do princípio que existem incoerências no lastro da vanguarda moderna, interpretação fundamental para a proposta de debates acerca da nova capital do País.

4 Esta é uma interpretação realizada também por Manfredo Tafuri em Projeto e utopia, arquitetura e desenvolvimento do capitalismo (1985).

A arquitetura moderna no Brasil surgiria não para a contribuição de outra forma construtiva, mais adequada e interessante ao País. Seus desvios estéticos – da qual Niemeyer é um membro visceral – afirmam uma arquitetura muito mais simbólica, institucional e monumental do que social (como seria esperado, dadas as vanguardas europeias), um desdobramento de um projeto que já tem impasses de ‘berço’, tendo aqui suas perspectivas iniciais distorcidas. “Tudo se passava como se o Moderno tivesse encontrado o seu verdadeiro lugar na periferia do Capital, e não no centro metropolitano para cuja reordenação espacial e habitacional fora afinal concebido” (ARANTES, 1998, p. 104).

Luiz Recamán (1995) vincula essa nova arquitetura brasileira ao seu contexto histórico, exercício importante para enxergar os impasses do projeto moderno aplicado no Brasil, complementando o que fora observado por Otilia Arantes (1998). Ao considerar o projeto do Ministério da Educação e Saúde Pública em toda a sua extensão, abre olhar para a arquitetura e para o País, encontrando possíveis pontos de tangência ou de legitimidade. O olhar contextualizado se apresenta como uma operação fundamental, a fim de distanciar as reflexões existentes de perspectivas românticas, sempre inadequadas. Para dar continuidade ao debate, vale resgatar algumas interpretações a fim de encontrar possíveis similaridades e tangências. É importante considerar que o projeto do Ministério encabeça um *modo* de fazer arquitetura no Brasil, da qual Brasília é produto inegável e que pauta parte expressiva da arquitetura brasileira, em especial, sua vertente desenvolvida no Rio de Janeiro (SEGRE, 2013).

## Uma perspectiva crítica à arquitetura brasileira antes de Brasília

No período histórico referente à construção do Ministério da Educação e Saúde Pública, o País vivenciava o governo Vargas e a ditadura do Estado Novo (Fausto, 1995). O nacionalismo presente nos governos autoritários é um dado recorrente, dadas suas necessidades de *contenção popular, suporte e legitimidade estatal*<sup>5</sup>. A arquitetura, como lembra Recamán (1995), se configura facilmente como um dos dispositivos indispensáveis para a consolidação de uma forma específica de projeto político: as propostas modernas de brasilidade que se desenvolveram no País no começo do século passado serviram institucionalmente ao governo Vargas. Eram, acima de tudo, uma forma de falar do País e um instrumento útil para a construção de identidade nacional. Mesmo que seus percussores jamais pudessem imaginar – e possivelmente jamais convergiram nas mesmas atitudes políticas – essas interpretações foram apropriadas pela estrutura política vigente e dominante, a fim de *seduzir*<sup>6</sup>. Recamán (1995) lembra como o projeto do Ministério da Educação e Saúde Pública, símbolo de progresso e das possibilidades do ‘novo’, se distanciava das pautas modernistas: a ausência do plano e a localização estratégica do conjunto edificado (com a cidade antiga ao fundo, o passado superado) serviam como imagens sedutoras ao brasileiro comum.

5 James Holston lembra o comentário de Niemeyer, que afirma que uma arquitetura social seria impossível no Brasil. Para ele, arquiteto profissional, não haveria “outro caminho se não servir as classes da elite ou um governo ‘demagógico e oportunista’” (HOLSTON, 2005, p.45).

6 Mesmo Bruand, que sempre se apresentou como um grande entusiasta da arquitetura moderna brasileira, reconhece esta sua característica quando afirma que “Admirado universalmente, publicado em todas as grandes revistas de arquitetura, tornou-se um símbolo nacional habilmente explorado pelo governo brasileiro na propaganda interna e externa” (BRUAND, 1991, p.93).

***A euforia nacionalista que estava na estratégia do Estado Novo não poderá contar com as reflexões e formulações complexas do modernismo de Lucio Costa – demonstrativas da heterogeneidade cultural e social do Brasil –, mas com imagens – extrato – não sínteses, mas simplificações de representação. A complexidade de uma arquitetura ‘simples’ será substituída pela simplificação de formas ‘arrojadas’, mais eficientes na transmissão de mensagens massificadas (RECAMÁN, 1995, p.134).***

Operações semelhantes seriam realizadas posteriormente, em outros contextos e com outros atores e protagonistas. Lucio Costa seria, já logo no começo da década seguinte, ‘substituído’ por Oscar Niemeyer <sup>7</sup> (SEGAWA, 1999): este apresentaria, com formas ainda mais *inusitadas* de desenhar o projeto, maior desejo entre os chefes de Estado. “Essas referências, em tudo contrárias ao universo de Lucio Costa por seu esquematismo ufanista, se resumem em uma só: a imagem idealizada de um país diferente – moderno, ousado e exuberante; a nação do futuro” (RECAMÁN, 1995, p.137). O Conjunto da Pampulha (1940), encomendado pelo futuro presidente Juscelino Kubitschek, já se apresenta programaticamente desigual: afinal, que utilidade pública teria – em um país como o Brasil, com uma porcentagem considerável da população à margem de qualquer tipo de possibilidade de acesso à cultura e ao lazer – um conjunto de edifícios financiados pelo Estado composto por ‘Cassino’, ‘Iate Clube’ e ‘Casa de Baile’? Deve-se refletir até que ponto esses projetos eram de fato importantes para superar, por meio da arquitetura, nosso passado histórico perverso ou meros dispositivos políticos, que se utiliza das fragilidades modernas para realizar desejos de uma elite no poder. A cidade de Brasília, projetada anos mais tarde, também sob encomenda de Juscelino, é outro exemplar arquitetônico não distante das situações anteriormente mencionadas <sup>8</sup>. Uma forma moderna deslocada, simbólica, que – ironicamente – mostra os impasses sociais do País e que, como consequência, apresenta uma infinidade de problemas sociais e espaciais.

## Brasília: o ‘coroamento’ moderno do País e de sua arquitetura

A nova capital do Brasil ocupa um espaço outro entre as cidades projetadas pelo Homem nos últimos séculos, dadas suas *formas* e *singularidades*. Construída em um curto período de tempo, distante geograficamente do centro de gravidade dos acontecimentos do País, Brasília logo despertou atenção internacional. Após o anúncio da empreitada <sup>9</sup>, divulgou-se que o então País periférico abria ‘alas à modernidade’, agora com uma capital de acordo com os desejos progressistas característicos do período nacional desenvolvimentista, o que ia pela contramão histórica da ocupação de origem colonial – Frei Vicente do Salvador, citado por James Holston, afirma que a ocupa-

<sup>7</sup> Deve-se lembrar que a carreira de Niemeyer é composta de um volume maior de trabalhos e projetos.

<sup>8</sup> Roberto Segre lembra que “os conceitos arquitetônicos e urbanísticos que surgiram com o MES [Ministério da Educação e Saúde] se desenvolveram ao longo de trinta anos num processo de amadurecimento da modernidade brasileira, que irá culminar em Brasília” (SEGRE, 2013, p.297).

<sup>9</sup> James Holston (2005) afirma em seu trabalho que a ‘empreitada’ é parte de um programa político, porém maturada durante décadas pelos dirigentes do País, estando a nova capital prevista, inclusive, nas constituições de 1934 e 1937 e na Assembleia Constituinte de 1946.

ção predominantemente na costa mantinha o país “arranhando com os caranguejos” (HOLSTON, 2005, p.23) – e desbravava o interior do País. A denominação ‘capital da esperança’, dada por André Malraux (XAVIER; KATINSKY, 2012) tornou-se conhecida por enfatizar o papel de ‘construção de um outro país’, desejo por trás do projeto da nova capital.

Muitas observações podem ser feitas sobre Brasília, que facilmente se torna objeto de polêmicas. Uma essencial, que deve ser mencionada para a construção lógica de seu desmonte *heroico* é a constatação de que, como enfatizam alguns trabalhos (WISNIK apud BRAGA, 2010; HOLSTON, 2005), a arquitetura moderna formulada em Brasília já estava sendo revista na Europa. O momento da construção da nova capital do País é um espaço de intensa atividade cultural e ideológica em parte expressiva do planeta: “Na segunda metade dos anos 1950 e início dos anos 60, o grupo de jovens arquitetos, conhecidos como Team X, propunha uma clara reorientação na análise e no tratamento dos problemas urbanos, deslocando a ênfase da grande para a pequena escala” (WISNIK, 2010, apud BRAGA, 2010, p.11). Simultaneamente surgiam os situacionistas, reelaborando formas de apreensão urbana como a deriva e a psicogeografia (WISNIK, 2010, apud BRAGA, 2010). Por aqui, dávamos atenção ainda alógicas construtivas dos CIAM, construindo uma cidade ‘moderna’ por excelência, onde os térreos livres, as grandes escalas, os elaborados eixos viários e a setorização urbana da cidade contribuíram para criar um espaço artificial, pobre como artefato e que pouco conforta e suporta atividades humanas<sup>10</sup>. Existe no projeto de Brasília uma perspectiva já anacrônica, não só já percebida e problematizada em outros contextos, como se percebe o início de atuações que versavam a constituição de uma hipótese distinta de projeto, longe das pautas modernas.

Como já mencionado, Brasília faz parte de um impulso ao progresso do País – desejado e necessário sempre, porém realizado por aqui de forma ‘inadequada’, quando se avalia a aplicação ‘brasileira’ da vanguarda da arquitetura moderna europeia, já desvinculada de seus princípios estruturais<sup>11</sup>. “A arquitetura moderna se estabelece entre nós para agir na construção simbólica da nação moderna, e de uma realidade social e produtiva totalmente diversa daquela que originara a modernidade arquitetônica europeia” (RECAMÁN, 2010). Portanto, pouco importaria se existia lastro histórico que a legitimasse, a sua versão anacrônica atendia a princípios ‘outros’. A *modernidade* arquitetônica se configurará como um emblema de nossa *modernização*<sup>12</sup>, sendo Brasília – e a arquitetura como aparato de Estado, uma ideologia de desenvolvimento (HOLSTON, 2005) – um dos mais emblemáticos exemplares desse processo, onde os impasses do projeto moderno de arquitetura encontraria seu lugar (de forma ainda mais intensa do que os projetos mais relevantes da arquitetura brasileira, como o Ministério da Educação e Saúde). Existem variados aspectos que cerceiam a capital que dão indícios da existência dessas contradições, porém se optou por selecionar apenas os que valem ser aqui comentados – a polêmica da produção no canteiro de obra e a constituição espacial segregadora e excludente –, considerando o espaço reduzido que o debate desenvolvido para o presente artigo deve ocupar.

10 Em relato de grande sensibilidade, Clarice Lispector (XAVIER; KATINSKY, 2012, p.180) afirma suas impressões acerca da cidade, em uma perspectiva crítica ao moderno: “Foi construída sem lugar para ratos. Toda uma parte nossa, a pior, exatamente a que tem horror de ratos, essa parte não tem lugar em Brasília. Eles quiseram negar que a gente não presta.” E mais adiante “Aqui é o lugar onde meus crimes não seriam de amor”.

11 Como mencionado por Otilia Arantes (1998) e já debatido aqui anteriormente.

12 Modernização é aqui entendida como ‘atualização’, uma forma aparente de tornar-se moderno, característica recorrente nas modernizações periféricas. Fabio Mascaro Querido (2010) lembra a citação de Roberto Schwarz: “O conjunto de categorias históricas plasmadas pela experiência intra-europeia passaria a funcionar num espaço com trajeto sociológico diferente, diverso mas não alheio, em que aquelas categorias nem se aplicam com propriedade, nem podem deixar de se aplicar”.

Em primeiro lugar, o desdobramento *produtivo* que surge com a nova capital do País. A construção de Brasília – a relação que o empreendimento teve com a mão de obra operária – encabeça um possível debate. Após o início das obras da nova capital, um volume considerável de trabalhadores da construção civil se deslocou das mais diferentes regiões do País em busca de trabalho na nova capital – como é esperado em grandes obras realizadas em um curto período de tempo, havia trabalho garantido para todos. Sérgio Ferro, arquiteto que junto com Rodrigo Lefèvre e Flávio Império constituíram outras perspectivas ao projeto com o trabalho de canteiro, lembra detalhes sobre a construção da nova capital do País. Mesmo em plena democracia, a cidade – pela distância geográfica e pelo desinteresse político – era território livre de qualquer direito trabalhista, com exploração de mão de obra exercida no limite do suportável em jornadas de trabalho ininterruptas (RIBEIRO, 2008). A catedral da cidade, projeto de Niemeyer de difícil execução, esclarece impasses da modernização brasileira, quando a constatação de alguns autores que vivenciaram a construção de um suposto ‘Brasil moderno’ vem à tona<sup>13</sup>.

***Vi operários que trabalhavam como trapezistas de circo, pendurados em cordas, passando de uma parábola a outra, com grande perigo. E, embaixo, outros, com lixadeiras, polindo o mármore branco, para que ficasse lisinho, com jeito de bacia maternal acolhedora. Sem máscara, naquelas nuvens de poeira branca, estavam provavelmente alimentando silicose no pulmão. Isso, naquele ambiente que deveria sugerir acolhimento no seio da nossa terra, simbolismo lindo de Niemeyer. Um imenso descompasso: a figuração mais forte da confraternização, da união nacional, com as parábolas vindas de todas as regiões do país se juntando em festa, sendo erguida sem nenhuma consideração por seus construtores, aparentemente excluídos da comunhão (FERRO, 2006, p.310).***

Diversas publicações apresentam as disparidades desse projeto moderno por meio de recursos fotográficos (KIM; WESLEY, 2010; BRAGA, 2010). As imagens da construção do plano piloto contrastam com as condições de trabalho de seus operários, bem como se destaca a suntuosidade dos projetos de Niemeyer perante as sempre existentes cidades satélites, com habitações precárias e infraestrutura ausente<sup>14</sup>. E mesmo nas fotos da inauguração da capital, a surpresa e o contraste entre o povo e a capital construída é gritante: nossa ‘modernidade’ transparece nos trajes sofríveis, no lixo jogado no chão, na ‘exposição de automóveis’ desses que compareciam à festividade que coroava – supostamente – um novo País.

Em segundo lugar, um desdobramento *espacial*, que se forma logo no início de sua construção e que ganha densidade e corpo com sua consolidação no tempo. Como observa Aldo Paviani (XAVIER; KATINSKY, 2012, p. 429), 60% dos postos de trabalho se encontram no plano piloto, que detém apenas 8,17% da população. Restam 40% dos lugares para trabalhar para os demais núcleos urbanos, detentores de quase 92% dos habitantes do Distrito Federal. O direito à cidade foi abandonado: a renda per capita dos moradores do plano piloto – elevada para os padrões brasileiros – é grosseiramente distante da totalidade dos habitantes do Distrito Federal (SILVA, 1997). Colocar os socialmente menos favorecidos às margens de uma cidade que deveria ser o marco de um Brasil moderno é um dado que não pode ser ignorado.

<sup>13</sup> Elizabeth Harris, citada por Luiz Recamán (RECAMÁN, 1995, p.137) lembra o peso das construções realizadas na nova capital do Brasil, referindo-se a uma possibilidade construtiva existente em países periféricos, com normas trabalhistas pouco desenvolvidas e com amplo volume de mão de obra barata e disponível para uma empreitada da dimensão do projeto de governo de Juscelino.

<sup>14</sup> Francisco de Oliveira (2003) utiliza a metáfora do ornitorrinco para se referir ao que o brasileiro se tornou após a era das modernizações: um bicho estranho, ambíguo, em que se convive com o desenvolvido e com o subdesenvolvido lado a lado. A capa de seu livro ilustra a Avenida Berrini – símbolo do ‘progresso’ – vista pela perspectiva de uma favela, localizada do outro lado do Rio Pinheiros: contradições que já se apresentavam na inauguração da nova capital.

Brasília, definitivamente, não contribuiu para a construção de outra hipótese de cidade, que ultrapassasse grandes desenhos e perspectivas. O Trabalho de Alberto Xavier e Julio Katinsky (2012) apresenta a imagem da ocupação urbana ao redor do plano piloto de Lucio Costa, que ao longo das décadas foi se construindo sem as mesmas preocupações urbanas e qualitativas que eram presentes na área urbana de vertente moderna. Uma contradição eloquente, principalmente quando o desenho do plano piloto proposto por Lucio Costa é lembrado: algo mais simbólico de um País que anseia por um projeto modernizador do que um projeto urbano com uma forma semelhante a um avião, símbolo da modernidade tecnológica da década de 1950? Ou, como no memorial do concurso, que traça um 'X' no solo como se demarcasse um território novo, recém-descoberto e a ser feito do zero, um recomeço<sup>15</sup> (BRAGA, 2010)? Mais uma vez “a modernidade nos chega, pois, pelo seu contrário e estrangeira, como expressão do ver e não como expressão do ser, do viver e do acontecer” (Martins, 2008, p.24). O moderno aqui se afirma de forma simbólica, uma hipótese vazia de sentido ou de possibilidades transformadoras. A áurea no novo e do progresso fica nas imagens dos projetos de Niemeyer, para aqueles que se convencem de ver o País pelos seus cartões-postais.

Em ambas as faces, brevemente comentadas anteriormente (processo construtivo e formação espacial periférica), a polêmica originária é a mesma. “A força das formas sociais, econômicas, estilísticas é que nos faz agentes de uma modernidade aparente, desprovida de laços fundos com os processos sociais, anúncio de nossas privações” (MARTINS, 2008, p.25). A cidade que tinha como objetivo coroar um País novo, desconectado com lógicas originais do Brasil colônia portuguesa deixa transparecer, ironicamente, traços de subdesenvolvimento, representando as estruturas vigentes durante séculos no País. Acaba “afinal se revelando a verdadeira capital de um país que em princípio ela deveria ajudar a subverter”, afirma Otilia Arantes (XAVIER; KATINSKY, 2012, p.343). Guilherme Wisnik complementa ao afirmar que este é um desfecho trágico para a capital da Esperança: “ontologicamente o avesso do Brasil, a capital foi, no entanto, se brasilizando com o tempo, e incorporando as fraturas de um país simultaneamente desenvolvido e subdesenvolvido. (...) A aberração explicitada revela, muito secretamente, algo sobre a identidade profunda do país. E o totem deixa de ser tabu” (WISNIK, 2010, apud BRAGA, 2010, p.11). Talvez, mais de cinco décadas depois de sua inauguração, deve-se perguntar se Brasília não é reflexo de um processo modernizador falido e de um País real, resultado de suas disparidades sociais e passado histórico perverso, ainda não sepultado por completo.

## Finalizações

O presente artigo teve como objetivo interpretar a arquitetura brasileira a partir de uma perspectiva já existente, mas ainda não muito recorrente na agenda das pesquisas no Brasil. A euforia que se estabeleceu no País após uma série de reconhecimentos internacionais, que visualizavam com bons olhos a arquitetura que vinha se desenvolvendo no País ofuscou durante décadas uma perspectiva outra à nossa produção arquitetônica, que começa a ganhar expressividade somente nos últimos anos da década de 1990 e a ser retomada mais recentemente.

A arquitetura moderna se estabeleceu, em todo o planeta, atrelada a um *impasse* constitutivo: em muitos lugares, as propostas da vanguarda moderna ultrapassavam

<sup>15</sup> Como afirma o memorial do concurso para o projeto do Plano Piloto, de autoria de Lucio Costa e publicado por Milton Braga (2010): “Nasceu do gesto primário de quem assinala um lugar ou dele toma posse: dois eixos cruzando-se em ângulo reto, ou seja, o próprio sinal da cruz”.

as condições materiais de construção e de possibilidades de racionalização por meio da indústria. No Brasil, em um espaço *singular*, onde a história perversa de nossa construção nacional jamais foi superada, a modernidade arquitetônica ganha nuances curiosas, que foram sentidas de forma mais amena nas mais variadas experiências europeias. Em um primeiro plano, a revolução do projeto, que deveria se dar a partir de novas formulações técnicas são rapidamente abandonadas: na ausência de um desenvolvimento industrial real, as novas tecnologias servem não para a construção de uma lógica de interesse nacional – a racionalização e a estandarização moderna seriam bem-vindas em um país ‘por fazer’ –, mas a partir de todo tipo de desvio estético que não contribui para hipóteses que ultrapassem *grandes perspectivas*.

Em um segundo plano, esses desvios permitem a constatação da consolidação de outras lógicas, existentes graças a uma não efetivação de um lastro que amparasse a modernidade arquitetônica no Brasil. A materialização de efeitos simbólicos atrelados ao projeto, que apresentariam o País como ‘moderno’ contrasta com sua realidade: as péssimas condições de trabalho no canteiro e os desdobramentos espaciais de sua hipótese urbana mais eloquente (Brasília e as sempre mencionadas ‘cidades satélites’) não deixam dúvidas com relação à existência de uma modernidade epidérmica que transparece na matéria arquitetônica.

A interpretação dessa outra face da arquitetura moderna coloca em pauta sua real efetivação, para além de interpretações que se baseiam em suas inventividades estéticas. Em um processo que versa *encontrar possibilidades* para outra construção, que seja legítima, que atenda e suporte atividades humanas com maior eficácia, um olhar para a própria disciplina é um caminho fundamental. Para além de trabalhos românticos, que exaltam as qualidades *artísticas* dos projetos de Niemeyer e Lucio Costa: é necessário, neste novo século, indiscutivelmente urbano, desenvolver olhares críticos para os mais eloquentes ensaios de projeto.

## Referências

- ARANTES, O.B.F. **Arquitetura depois dos modernos**. São Paulo: Edusp, 1993.
- ARANTES, O.B.F. **Urbanismo em fim de linha**. São Paulo: Edusp, 1998.
- BRAGA, M. **O concurso de Brasília**. São Paulo: Cosac Naify, 2010.
- BRUAND, Y. **Arquitetura contemporânea no Brasil**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1991.
- FAUSTO, B. **História do Brasil**. São Paulo: Edusp, 1995.
- FERRO, S. **Arquitetura e trabalho livre**. São Paulo: Cosac Naify, 2006.
- GOODWIN, P.L. **Brazil builds: architecture new and old 1652-1942**. Nova York: The Museum of Modern Art, 1943.
- GORELIK, A. **Das vanguardas à Brasília: Cultura urbana e arquitetura na América Latina**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2005.
- HOLSTON, J. **A cidade modernista: uma crítica de Brasília e sua utopia**. São Paulo: Companhia das Letras, 1993.
- KIM, L.; WESLEY, M. **Arquivo Brasília**. São Paulo: Cosac Naify, 2010.
- KOPP, A. **Quando o moderno não era um estilo e sim uma causa**. São Paulo: Nobel/Edusp, 1990.

MARTINS, J.S.M. **A sociabilidade do homem simples, cotidiano e História na modernidade anômala.** São Paulo: Contexto, 2008.

MINDLIN, H.E. **Modern Architecture in Brazil.** Rio de Janeiro: Colibris, 1956.

NOBRE, A.L.; KAMITA, J.M.; LEONÍDIO, O.; CONDURU, R. (org.). **Lúcio Costa: um modo de ser moderno.** São Paulo: Cosac Naify, 2004.

OLIVEIRA, F. **Crítica à razão dualista. O ornitorrinco.** São Paulo: Boitempo, 2003.

QUERIDO, F.M. **O colapso da modernização periférica: a fratura brasileira do capitalismo mundial.** Aurora, Marília, n.6, p.107-119, 2010.

RECAMÁN, L.A. **Brasília: problemas de arquitetura (uma introdução).** Risco, São Carlos, n. 11, p 3-14, 2010.

RECAMÁN, L.A. **Por uma arquitetura, brasileira.** Dissertação de mestrado. Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da USP, 1995.

RIBEIRO, G.L. **O Capital da esperança: a experiência dos trabalhadores de Brasília.** Brasília: Editora da UNB, 2008.

SANTOS, C.R.S. **Brasília: do projeto hegeliano à produção do espaço da reprodução capitalista.** Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da USP, 1995.

SEGAWA, H. **Arquiteturas no Brasil: 1900-1990.** São Paulo: Edusp, 1999.

SEGRE, R. Ministério da Educação e Saúde: Ícone urbano da modernidade brasileira. São Paulo: Romano Guerra Editora, 2013.

SILVA, L.S.D. **A construção de Brasília: modernidade e periferia.** Goiânia: Editora UFG, 1997.

TAFURI, M. **Projecto e utopia, arquitetura e desenvolvimento do capitalismo.** Lisboa: Editorial Presença, 1985.

UNDERWOOD, D. **Oscar Niemeyer e o modernismo de formas livres no Brasil.** São Paulo: Cosac Naify, 2003.

XAVIER, A.; KATINSKY, J.R. **Brasília, antologia crítica.** São Paulo: Cosac Naify, 2012.

WISNIK, G. (org.). Mário Pedrosa. **Arquitetura ensaios críticos.** São Paulo: Cosac Naify, 2015.

#### RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E DIREITOS AUTORAIS

A responsabilidade da correção normativa e gramatical do texto é de inteira responsabilidade do autor. As opiniões pessoais emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade, tendo cabido aos pareceristas julgar o mérito e a qualidade das temáticas abordadas. Todos os artigos possuem imagens cujos direitos de publicidade e veiculação estão sob responsabilidade de gerência do autor, salvo o direito de veiculação de imagens públicas com mais de 70 anos de divulgação, isentas de reivindicação de direitos de acordo com art. 44 da Lei do Direito Autoral/1998: “O prazo de proteção aos direitos patrimoniais sobre obras audiovisuais e fotográficas será de setenta anos, a contar de 1º de janeiro do ano subsequente ao de sua divulgação”.

O CADERNOS PROARQ (issn 1679-7604) é um periódico científico sem fins lucrativos que tem o objetivo de contribuir com a construção do conhecimento nas áreas de Arquitetura e Urbanismo e afins, constituindo-se uma fonte de pesquisa acadêmica. Por não serem vendidos e permanecerem disponíveis de forma *online* a todos os pesquisadores interessados, os artigos devem ser sempre referenciados adequadamente, de modo a não infringir com a Lei de Direitos Autorais.

FERNANDO GUILLERMO VÁZQUEZ RAMOS

## Frank Gehry: da construção da desconstrução à fragmentação, 1975-1985

*Frank Gehry: from construction of deconstruction to fragmentation, 1975-1985*

**Fernando Guillermo Vázquez Ramos**

Desde 2010 é Professor Associado no Curso de Arquitetura e Urbanismo e no Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade São Judas Tadeu, São Paulo. Líder do Grupo de Pesquisa “Arquitetura e Cidade: Representações”. Doutor em Arquitetura pela Universidad Politécnica de Madrid (1992); Master em Estética y Teoría de las Artes pelo Instituto de Estética y Teoría de las Artes (1990); Técnico em Urbanismo pelo Instituto Nacional de Administración Pública (1988); Arquitecto pela Universidad Nacional de Buenos Aires (1979). Coeditor da revista eletrônica acadêmica “*arq.urb*” (PGAUR/USJT).

*Since 2010 is Associate Professor in Architecture and Urban Planning Course and the Graduate Program in Architecture and Urban Planning at the Universidade São Judas Tadeu, São Paulo. Leader of the Research Group “Architecture and City: Representations”. PhD in Architecture from the Polytechnic University of Madrid (1992); Master in Aesthetic Theory y las Artes y the Aesthetics Institute las Arts Theory (1990); Technical Planning in the National Institute of Public Administración (1988); Architect from the National University of Buenos Aires (1979). Coeditor of academic electronic journal “*arq.urb*” (PGAUR / USJT).*

**fernando@fv.arq.br**

### Resumo

O artigo discute o período inicial do modo de projetar que caracterizou a obra de Frank O. Gehry, anterior aos procedimentos digitais que surgiram e se disseminaram nos anos 1990 após seus projetos na Espanha: o Peixe de Barcelona e o Museu Guggenheim de Bilbao. Por essa razão, a pesquisa se concentra de meados dos 70 a meados dos 80, em que foi possível detectar um momento de inflexão na maneira tradicional (tardo-moderna) de fazer e pensar arquitetura, que Gehry desenvolveu desde a criação de seu escritório no início da década de 1960. Apresentando e discutindo várias obras emblemáticas destacam-se aqui os caminhos de pesquisa e descoberta de diferentes procedimentos de projeto, que, testados pelo arquiteto, impactaram a forma de fazer arquitetura de muitos outros profissionais cujo trabalho deu início depois dos anos 1990. Reconhecendo a premissa artística da decomposição do cubo, levada adiante desde a revolução cubista do início do século XX, como germe da desconstrução da arquitetura, vemos nos projetos realizados entre 1976-78 uma reinterpretação a partir de uma ótica arquitetônica que nunca antes havia sido proposta – ou, pelo menos, não com tanta clareza. Dessa clareza e consciência do que estava sendo feito como procedimento artístico parte a nova maneira de enfrentar o objeto arquitetônico: inicialmente a casa e depois outros programas maiores e complexos, que o arquiteto foi desenvolvendo durante sua longa e frutífera carreira. A fragmentação e justaposição de objetos arquitetônicos independentes é a outra estratégia que resulta das pesquisas que Gehry desenvolveu nessa década cheia de procedimentos inovadores na forma de projetar.

**Palavras-chave:** Processo de projeto. Arquitetura contemporânea. Arte e Arquitetura.

### Abstract

*This article presents, studies and analyzes some of the most representative works designed by architect Frank O. Gehry in the years when he achieved international prominence, before his production was affected by digital procedures, which emerged and disseminated in the 1990s, after its Spanish projects: the Barcelona Fish and the Bilbao Guggenheim Museum. Thus, the research primarily focuses in the 1970s, when a first inflection is detected in the traditional (modern) manner of making and thinking architecture that Gehry developed since creating his office in the beginning of the previous decade. The article then discusses the production of the 1980s, that definitively ruptures with modernism and consolidates a personal and innovative manner of designing. The paths of research and discovery of different project procedures stand out, which, tested by the architect, impacted the manner of working of other professionals worldwide. Gehry had always been influenced by pop artistic environment of post-war USA, thus, it is no wonder he took over a process of decomposition of basic cubic forms, inherited from modernism, as a manner of rethinking an architecture whose form depauperation was already evident in the 1960s. In the projects produced between 1976-78, we note a reinterpretation from an architectural view which questions traditional orthogonality and able to produce new configurations (volumes and its combinations) never seen before – or, at least, not with so much conceptual clarity. From this clarity and conscience of the artistic procedure comes a new manner of facing the architectonic object: initially, the house and later other larger and complex programs that the architect assumes during his long and productive carrier. Fragmentation and juxtaposition of independent architectonic objects is the other strategy resulting from research developed by Gehry in that decade full of innovative procedures of the manner of designing.*

**Keywords:** Project process. Contemporary architecture. Art and Architecture.

## Sobre o tema

A obra de Frank O. Gehry (1929-) é extensa: tendo aberto seu escritório em 1962<sup>1</sup>, tem hoje mais de meio século de prolífica atuação profissional. No entanto, essa produção pode ser dividida e estudada em diferentes períodos, em função das distintas abordagens dos projetos, assim como dos produtos resultantes. Os trabalhos posteriores aos anos 1990, especialmente depois da inauguração do Museu Guggenheim de Bilbao (1997), têm sido muito discutidos e divulgados, e os últimos, já neste século, muito controvertidos<sup>2</sup>. Contudo, ou justamente por essa popularidade atual, a concepção inicial de sua particular e inovadora forma de projetar, até meados dos anos 1980, é menos discutida e tem ficado esquecida sob rios de tinta destinados a tratar das inovadoras e extravagantes propostas pós-CATIA<sup>3</sup>. Este artigo trata dessa fase inicial, com o intuito de apresentar os parâmetros de construção do processo de projeto do arquiteto.

## Introdução

Se pensarmos que na década de 1960 foram publicados menos de 40 artigos sobre a obra de Gehry (todos na Califórnia) e nenhum livro, na de 70, pouco mais de 140 artigos, ainda sem livros, mas com importantes textos em revistas especializadas<sup>4</sup>, e na de 1980, já mais de 415, sendo 110 entre 1980 e 1982 (DAL CO; FORSTER; ARNOLD, 1998, pp. 588-589), percebemos claramente que foi nesse período quando críticos e grande público descobriram o excêntrico canadense que morava e trabalhava em Los Angeles. Em 1982, aconteceu a primeira exposição da obra de Gehry, com a publicação de um catálogo (Institute of Contemporary Art, Boston), e em 1985, lançou-se o primeiro livro com sua “obra completa”: *Frank Gehry: Buildings and Projects*, sob os cuidados de Peter Arnell e Ted Bickford, um texto crítico de Germano Celant e comentários das obras a cargo de Mason Andrews. Em 1986, a primeira publicação com ensaios aprofundados: *The architecture of Frank Gehry*, com introdução de Henry N. Cobb e textos de Rosemarie Hagg-Bletter, Coosje van Bruggen, Mildred Friedman, Joseph Giovannini, Thomas S. Hines e Pilar Biladas.

A bibliografia (ARNELL; BICKFORD, 1985; DAL CO; FORSTER; ARNOLD, 1998) dos primeiros 20 anos de trabalho de Gehry aponta mudanças importantes na visão sobre a obra do arquiteto, não só porque ela mudou muito nesses anos, mas também porque os críticos reconheceram em seus trabalhos características de mudança e de questionamento que o posicionaram como um artista com alguma coisa a dizer sobre a

1 Embora seu primeiro projeto de envergadura seja de 1958 (Residência Steeves, Brentwood) e ele tenha trabalhado para outros arquitetos desde 1952.

2 Um bom exemplo dessa polémica aparece nas duras críticas de Leon Krier contra o projeto vencedor do Memorial Eisenhower (WASHINGTON, 2012), obra de Gehry.

3 Gehry usou pela primeira vez o programa CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application), em 1991, no projeto para a escultura do Peixe de Barcelona (1989-92), como um auxiliar imprescindível para definir os pontos de fixação da enorme estrutura (LINDSEY, 2001, p. 35). Sem os dados precisos subministrados pelo programa da francesa Dassault Systèmes, ele não teria conseguido construir essa obra. Logo compreendeu que tanto CATIA como outras ferramentas digitais poderiam ser excelentes colaboradores no processo de projeto e nunca mais prescindiu deles.

4 Baumeister em 1976, GA em 1977, e em 1979: *Architectural Review*, *Domus*, GA, *L'Architecture d'Aujourd'hui* e *Progressive Architecture*.

arquitetura após a modernidade. Contudo, a mudança não começou pela arquitetura, mas pelo *design*, e os artigos anteriores a 1976 concentram-se em comentários ou apresentações dos móveis desenhados pelo arquiteto, especialmente entre 1972 e 1975<sup>5</sup>. Só após 1978, quando finaliza a reforma de sua casa em Santa Mônica, largamente fotografada por revistas estadunidenses da época<sup>6</sup>, nota-se que Gehry passou a ser considerado pela crítica especializada um dos mais sensíveis representantes de um reduzido grupo de artistas estadunidenses que trabalhavam sob uma “nova perspectiva” (ARNELL; BICKFORD, 1985, p. XIII). Em 1986, com a difusão dos livros mencionados, que eram bem ilustrados e, além de textos mais profundos (críticos e descritivos), traziam longas entrevistas com o arquiteto, fica evidente que Gehry tinha consolidado uma proeminente posição no panorama da arquitetura internacional, pelo menos nos EUA e na Europa.

Evidentemente, sua descoberta pela crítica tem relação direta com sua produção nesses anos. Além do design de móveis, que lhe rendeu grande popularidade, as obras que foi projetando e construindo nos anos 1970 revelavam rasgos de uma personalidade inquieta e inovadora: uma imagem “associada à do pioneiro, à do homem livre disposto a conquistar uma nova arquitetura” (MONEO, 2008, p. 234). Trata-se de uma nova forma de projetar, que rompe com os moldes tanto do modernismo como do pós-modernismo, fosse este pós-corbusiano (brutalismos em voga nos anos 1960), ou ligado a um purismo minimalista (The New York Five), ou os de índole historicista (fundamentalmente arquitetos europeus), ou os das correntes vernáculas (Venturi e Scott-Brown). Nesses anos, Gehry se preparou para seguir outro caminho. Voltar sobre seus passos nos permitirá entender melhor, agora com certo distanciamento, os processos que se consolidaram para permitir que chegasse a ser o arquiteto que é hoje.

## O caminho da experimentação: dentro da modernidade

A obra de Gehry nos primeiros 20 anos de seu escritório (1962-1982) pode ser dividida em três grandes fases. Primeiramente, até 1975; depois, entre 1976 e 1980 e, finalmente, entre 1981 e 1982, ano de uma importante virada na forma de entender o projeto e de projetar também, consequência das mudanças ensejadas pelas propostas para a casa de hóspedes da família Winton (WAYZETA, 1982-1987)<sup>7</sup>.

Os projetos da primeira fase, de excelente fatura e grande destreza técnica, não têm nenhuma particularidade que possa destacá-los de uma generalizada prática tradicional nos anos 1970 na costa oeste estadunidense: um modernismo canônico inspirado nos trabalhos de Frank Lloyd Wright, Richard Neutra, Rudolf Schindler, Rafael Soriano e Harwell Hamilton Harris (DAL CO, 1998, p. 44). No entanto, alguns deles, como o Estudo e Residência Danzinger (Hollywood, 1964), revelam um cuidado com o arranjo dos volumes e o acabamento das superfícies, o que será sempre uma preocupação de Gehry, ainda que aí de forma “minimalista” (LINDSEY, 2001, p. 26). Assim

5 A primeira série de móveis projetados por Gehry, as cadeiras Easy Edges, foi pensada e produzida entre 1969-1973.

6 Assim com em algumas prestigiosas internacionais: GA Houses (6/1979) e Domus (out. 1979).

7 O projeto foi de 1982 a 1985; a construção, dirigida por Gehry, até 1987.

mesmo, poderiam ser considerados reinterpretações do trabalho de outros arquitetos; no caso citado, poderia ser Luis Barragán ou Soriano, como sugere Dal Co. Mas existem pelo menos dois projetos dessa primeira etapa com características interessantes e diferenciadas, que anunciam o que Gehry faria depois. Um deles é o celeiro de forragem para Donna O'Neill (SAN JUAN CAPISTRANO, 1968) (Fig. 1), onde Gehry experimentou materiais modestos (postes telefônicos e chapas de metal corrugado) e formas não ortogonais mas muito simples (um plano inclinado de cobertura e pouco mais), criando um espaço indiferenciado, sugestivo e cativante, por sua alteração das formas perceptivas da perspectiva tradicional,<sup>8</sup> com semelhanças – ainda que meramente formais – com obras de artistas como Carl André e Donald Judd (ANDREWS, 1985, p. 40). O outro é a casa e ateliê do artista plástico Ron Davis e sua esposa (MALIBU, 1972) (Fig. 2), de certo modo inspirada no celeiro O'Neill (ARNELL; BICKFORD, 1985, p. 58), mas desenvolvida em conjunto pelo arquiteto (pensando como um artista) e por seu cliente, que era um artista e cuja pintura estava vinculada à escola da abstração geométrica e do ilusionismo gráfico. O trabalho entre os dois levou à concepção do volume romboidal da casa: uma geometria ilusória que emula o telhado do celeiro O'Neill, mas acrescida de uma complexidade volumétrica e de uma elaborada distribuição dos espaços internos que não existia na despreziosa obra anterior.

FIGURA 1 – Celeiro de Forragem para Donna O'Neill, San Juan Capistrano, Califórnia, 1968.

Fonte: Arnell e Bickford, 1985, p. 40 (fotógrafo: Tim Street-Porter).



FIGURA 2 – Casa e ateliê do artista plástico Ron Davis, Malibu, Califórnia, 1972.

Fonte: Francesco DAL CO, Kurt W. FORSTER e Hadley ARNOLD (1998, p. 96).



<sup>8</sup> A inclinação assimétrica do telhado frustra a percepção perspectiva esperada, a do cubo.

## O caminho da experimentação: a “nova perspectiva”

Entre 1976 e 1981, temos os projetos concebidos para recriar uma nova forma de fazer arquitetura, a “nova perspectiva”, que começam a questionar o valor formal (plástico e significativo) do prisma puro, que forma ou dá forma à arquitetura (à moderna e à anterior também): a exploração do cubismo que essa nova perspectiva propõe e que foi oportunamente apontada por Arnell e Bickford (1985, p. XIII).

Gehry não é um teórico, como poderia ser Peter Eisenman. Não entra em discussões sobre interpretações ou entendimentos do que é ou deve ser a arquitetura<sup>9</sup>, mas é um apaixonado pela arte e pelos artistas plásticos de sua época, convive com eles desde muito cedo e continua a conviver (HAAG-BLETTER, 1988, p. 6; DAL CO, 1998, p. 42; MONEO, 2008, p. 245; BLISTÈNE, 2015, p. 12). Nos anos da contracultura e pelo menos até fins dos 1970, pensa, como eles, em como romper as amarras da forma figurativa, a prisão da tela e o formalismo da perspectiva cônica. Todas as questões que desde a revolução cubista haviam preocupado os artistas finalmente recaíam sobre um arquiteto, pois o modernismo não teve essa preocupação<sup>10</sup>, exceto pela conhecida tese do *overlapping*, de Sigfried Giedion (1949, p. 427), sobre a transparência da quina envidraçada. Mesmo tendo sido apresentada como uma forma de ruptura do cubo, a tese terminou sendo uma miragem, se pensarmos na construção de prismas envidraçados que poluiu o mundo com as obras do Estilo Internacional, sem ter afetado a preeminência do prisma puro.

Gehry se enfrenta com essa herança do modernismo pela experimentação com diferentes aproximações. Em alguns casos, inspirando-se em seus contemporâneos, como pode ter acontecido com o projeto do escritório de advocacia Berger, Berger, Kahn, Shafton & Moss (LOS ANGELES, 1978), com nítida influência das propostas de Eisenman. Em outros, com reminiscências dos trabalhos de Richard Meier ou John Hejduk, mas sem a determinação de uma forma conseguida, que os projetos desses conhecidos arquitetos já apresentavam na época. Essas obras de Gehry devem ser consideradas trabalhos em que se evidencia mais a busca<sup>11</sup> que a definição de um “estilo”<sup>12</sup>.

## O caminho da experimentação: a ruptura do cubo antecipando a fragmentação

Certamente, projetos com esse espírito são o Parque Aquático Shoreline (LONG BEACH, 1976) e o Instituto Jung (Los Angeles, 1976) (Fig. 3), onde, num acúmulo, ou numa justaposição, de peças soltas (LINDSEY, 2001, p. 27), Gehry experimenta pela primeira vez a transformação do volume único, totalizador, que foi a base da construção das casas modernas desde, por exemplo, a Maison Citrohan (1922), de Le Corbusier, até a Casa de Vidro de Philip Johnson (NEW CANAAN, 1949) ou a Casa de Blas (SEVILLA LA NUEVA, 1999-2000), de Alberto Campos Baeza.

9 Pelo menos não por escrito, embora tenha usado das entrevistas para garantir que críticos e público entendam como ele pensa.

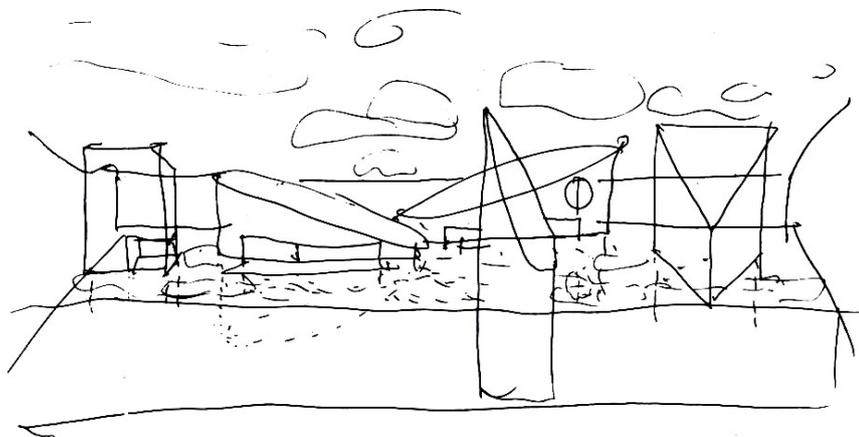
10 Pelo menos não entre os arquitetos, ainda que artistas com Theo Van Doesburg tenham produzido trabalhos revolucionários nesse sentido. (VÁZQUEZ RAMOS, 2010)

11 Frank Gehry afirmou que mudou intencionalmente sua forma de desenhar no início dos anos 1980, pois deixou de usar o desenho como forma de apresentação da arquitetura para usá-lo como forma de pesquisa (GEHRY; ARNELL, 1985, p. XV).

12 No sentido de uma maneira de fazer arquitetura, mas que no das feições que caracterizam uma determinada obra ou escola de arquitetura, isto é, as características plásticas de um edifício feito por este ou aquele arquiteto.

FIGURA 3 – Croquis do arquiteto para o projeto do Instituto Jung, Los Angeles, 1976 (não construído).

Fonte: Arnell e Bickford (1985, p. 100).



Depreciando o volume puro, o arquiteto trabalha com uma somatória de pequenas formas não ortogonais que questionam e deformam a ideia de um volume cúbico único, uma antecipação da fragmentação que virá mais tarde. Formas talvez inspiradas em Louis Kahn, mas que se organizam topologicamente, libertas das amarras ortogonais de uma arquitetura tradicionalmente moderna, retilínea e euclidiana. Trata-se de levar a sério a dissolução desenvolvida pelos cubistas no início do século XX, o “contorno interrompido” de que fala Alberto Tassinari (2001, p. 34), ainda que literalmente: explodindo as peças que formam o volume puro. Charles Jencks (1990, p. 270, tradução nossa) chamou esse intento de concretização de uma renovação cubista na arquitetura dos anos 1980 de “complexidade disjuntiva” (*disjunctive complexity*); no caso de Gehry, Jencks enfatiza justamente a ruptura e a diversidade dos materiais usados, o que deveria ser considerado “anti-clássico, em sentido estrito”.

## O caminho da experimentação: a desconstrução

Gehry procura novas formulações que abram não só sua mente, mas também a arquitetura, o que pode aproximar sua experimentação do trabalho dos construtivistas russos, como afirma Rosemarie Hagg-Blatter (1988, p. 7), ou do campo mais próximo das esculturas de David Smith, como afirma Kurt W. Forster (1998, p. 30). Mas, embora contextualizado por visões de artistas, pensamos que o posicionamento de Gehry foi o de um arquiteto frente a seu objeto mais simples e específico: a casa, lugar e objeto privilegiado da experimentação da arquitetura desde Palladio.

Os primeiros passos nesse caminho de experimentação os encontramos no complexo Estúdio e Galeria da Imprensa Gemini – GEL (LOS ANGELES, 1976-79) (Fig. 4), assim como na casa de hóspedes e galeria que projetou para Norton Simon (MALIBU, 1976). Os novos projetos de Gehry apresentam rasgos de um incipiente processo de desconstrução<sup>13</sup> física do prisma principal, do volume básico que condiciona a arquitetura

<sup>13</sup> Ainda que o termo desconstrução não existisse na época e tampouco durante grande parte dos anos 1980, usamo-lo aqui no sentido operativo, como processo de des-construção do objeto arquitetônico, que era o procedimento poético seguido por Gehry então.

como formadora de um espaço interior diferente de um espaço exterior. No entanto, Gehry não trabalha só na “desconstrução” do volume como delimitador do espaço exterior, mas também na do espaço interior, como se vê no projeto para a Distribuidora Mid Atlantic Toyota (GLEN BURNIE, 1978), um gigantesco contêiner com um interior desenhado como “um problema escultural, não menos interessante que o projeto do próprio contêiner” (GEHRY apud ANDREWS, 1985, p. 112, tradução nossa).

FIGURA 4 – Detalhe da maquete do Estúdio e Galeria da Imprensa Gemini – GEL, Los Angeles, Califórnia, 1976-79.

Fonte: Lemonier e Migayrou (2015, p. 70).



A proposta de ruptura da volumetria, ainda tímida no projeto Gemini, se evidencia com uma força vital nos projetos seguintes, especialmente na série de projetos não construídos das casas Gunther (ENCINAL BLUFFS, 1978) (Fig. 5) e Wagner (MALIBU, 1978) (Fig. 6), que usam o recurso, que o arquiteto já experimentara no projeto do pavilhão do Parque Aquático Shoreline (LONG BEACH, 1976), da definição de um espaço interior pelo fechamento de telas metálicas sobre estrutura tubular, que permitiam uma relação direta com o espaço exterior sem perder a ideia da forma arquitetonicamente construída. O efeito de desmaterialização da volumetria – que, contudo, resiste na trama reticular da estrutura de sustentação das telas – é complementar aos volumes brancos das caixas fechadas da casa. O efeito é ótico e remete ainda à ideia do volume envidraçado, mas o acoplamento das diferentes peças que compõem a casa – parecido com o trabalho desenvolvido por Van Doesburg e Van Eesteren nos anos 1920 – ajuda a romper a simplicidade e a ordem dos elementos tradicionais da arquitetura moderna. A organização, ou melhor, a desorganização um tanto randômica da volumetria também a distancia das propostas dos New York Five.

FIGURA 5 – Maquete da casa Gunther, Encinal Bluffs, Califórnia, 1978 (não construída).

Fonte: Francesco DAL CO, Kurt W. FORSTER e Hadley ARNOLD (1998, p. 175).



FIGURA 6 – Maquete da casa Wagner, Malibu, Califórnia, 1978 (não construída). Projeto para uma casa unifamiliar no andar superior e um consultório psiquiátrico, mais a garagem, no inferior.

Fonte: Aurélien Lemonier e Frédéric Migayrou (2015, p. 76).



Num espírito similar mas com outra proposta construtiva, Gehry projeta no mesmo ano a casa Familiar (SANTA MÔNICA, 1978) (Fig. 7), uma das obras selecionada por Philip Johnson e Mark Wigley para integrar a exposição *Deconstructivist Architecture*, no MoMA, em 1988, não sem certa razão (por parte dos curadores), mas talvez pelas razões erradas (se pensamos no que preocupava Gehry na época). A casa aparece como se estivesse “desconstruída”, o que servia como analogia, se poderia dizer, ao nome da exposição, uma imagem que poderia simbolizar o efeito da “desconstrução do modernismo”, preconizada por Johnson e Wigley como a mais nova tendência da arquitetura contemporânea no conturbado *fin de siècle* (XX). Talvez seja significativo o fato de essa obra ter sido selecionada justamente por seu valor de imagem “contaminada” (MARCHÁN FIZ, 1986) pela ideia de alguma coisa desmontada (destruída). Mas, se, diferentemente dos curadores, nos ativermos às explicações do arquiteto, veremos que a intenção do projeto era diametralmente oposta. Tratava-se de enfatizar a estrutura, entender a estrutura tradicional, a construção tradicional do esqueleto de madeira (*Balloon frame*), e apresentá-la de forma poética: “Todos nós preferimos os edifícios em construção, mais que os acabados. [...] A estrutura é sempre algo mais poético que a coisa finalizada” (GEHRY apud ANDREWS, 1985, p. 128, tradução nossa). Não há aí desconstrução no sentido de destruição ou questionamento, mas sim no sentido de aprendizado e sensibilidade plástica. A desconstrução de Gehry tende a ser didática: pela extroversão dos elementos de sustentação da forma, pretende explicar a própria forma. É, nesse sentido, concreta, anticênica, não espetacular e contra o simulacro. Contudentemente moderna, ainda que estranha, de um ponto de vista formal.

FIGURA 7 – Maquete da casa Familiar, Santa Mônica, 1978 (não construída).

Fonte: Arnell e Bickford (1985, p. 131).



A diversidade de materiais e sua junção displicente, assim como a produção de formas de caráter duvidoso para os padrões da arquitetura culta, ou engajada, da época, que literalmente escapam ao corpo principal dos objetos arquitetônicos, podem ser o resultado de um entendimento crítico da diversidade e da desordem da cidade de Los Angeles, onde Gehry vivia. Uma realidade comum, que misturava tanto tipos arquitetônicos como materiais e formas de uso das mais variadas e triviais. Mildred Friedman (2002, p. 12), mas não só ela, afirma que o progresso da arquitetura de Gehry nesses anos se deveu justamente à influência desse contexto urbano de “ferro-velho” (*urban junkyard*). Não obstante a complexidade dos objetos produzidos, a ideia que sustenta essa arquitetura é a de uma arquitetura despreziosa que se conecta evidentemente com os conceitos de complexidade, contradição e vernáculo, desenvolvidos por Robert Venturi e Denis Scott-Brown na década anterior.

No intento de explicar a gênese poética do próprio processo de projeto, os procedimentos de abertura e exposição das entranhas e estrutura (literalmente)<sup>14</sup> do objeto arquitetônico culminariam decisivamente no projeto de reforma e transformação da casa do arquiteto em Santa Mônica (1977-78)<sup>15</sup> (Fig. 8): o singelo bangalô rosa dos anos 1920 torna-se o campo de experimentação mais bem-sucedido da mudança de atitude com respeito à arquitetura (e ao projeto) encarnada por Frank Gehry até aquele momento.

FIGURA 8 – Detalhe da maquete do projeto da casa Gehry, Santa Mônica, 1977-1978.

Fonte: Lemonier e Migayrou (2015, p. 81).



## A influência da cidade sobre a arquitetura: fragmentação

Os projetos que realiza entre 1978 e 1979 podem ser considerados de transição, e neles se evidenciam as duas tendências, a da poética da desconstrução e a da fragmentação, como se pode perceber no projeto da casa Carriage (NOVA YORK, 1978), em que a influência de Aldo Rossi é evidente (não só no arranjo formal da composição arquitetônica<sup>16</sup>, mas também na forma de desenhar, no uso do lápis de cor e no esfumado),

14 Em 1984, Frank Gehry manifestava seu interesse pelos esqueletos dos edifícios, um pouco como já tinha acontecido com Mies van der Rohe quando chegou aos EUA: “Edifícios que são construídos por pessoas comuns, cuja aparência quando terminados é dos infernos, podem ser considerados muito bons quando estão em construção” (GEHRY; ARNELL, 1985, p. XIII, tradução nossa).

15 Usamos a datação de Dal Co, Forster e Arnold (1998, p. 151). A casa foi novamente reformada entre 1991-94.

16 Não é comum encontrar trabalhos que relacionem obras de Gehry e Rossi, embora Peter Arnell tenha apontado uma semelhança entre eles nos anos 1980 (GEHRY; ARNELL, 1985, pp. XV).

e no projeto do Museu Cabrillo Marine (SAN PEDRO, 1979). Este último exemplo incorpora uma mistura entre a composição e justaposição de pavilhões e a desconstrução das formas por meio de malhas metálicas (transparentes), que pretendem reintegrar e unificar volumetricamente, pelo menos de um ponto de vista conceitual.

Em um par de anos (1979 e 1981), Gehry abandona a poética da desconstrução formal e adota uma aproximação à composição com fragmentos (formas menores), que agrupa mais ou menos aleatoriamente, como se se tratasse de pequenas aglomerações urbanas (vilas ou aldeias). Essa seria a terceira fase de trabalho e um momento decisivo em sua formação profissional. Os projetos dessa fase apresentam uma importante alteração na formulação desenvolvida pelos da segunda: Jean-Louis Cohen (2013, p. 451) afirma que Gehry “se vale da montagem de objetos díspares para criar conjuntos com um clima de aldeia”, introduzindo o tema das concepções urbanísticas de Gehry no panorama de sua produção arquitetônica.

Talvez parte dos motivos que o levaram a abandonar o projeto (moderno) em favor da composição (pós-moderna) – pois é isso o que se percebe na evolução de seus projetos entre 1979 e 1985 – tenha sido o fato de ele ter estudado “planejamento urbano, e não arquitetura, na escola de arquitetura”<sup>17</sup>, o que o levou a afirmar nos anos 1980 que seu campo de interesse sempre fora a cidade. Germano Celant (1985) fez uma bela descrição desse entendimento urbano, ainda poético, da arquitetura de Gehry:

***As criações arquitetônicas de Frank Gehry parecem idealizadas, cidades-essências de urbanidade que, refratadas e reapresentadas por uma vista aérea, lançam novas formas abertas de compreender as dimensões espaciais e temporais da arquitetura. Nela podem-se ouvir a voz do falar da cidade, de suas ruas e suas interseções, de seu tráfego e suas luzes piscando, de seu comércio e suas formas e estereótipos familiares. Elas são “casas-cidades” – lugares de osmose entre o macro e o microcosmo, onde tipologias análogas e congruência formal foram deduzidas e induzidas a partir de seu ambiente natural e produzido pelo homem. São como paráfrases da cidade, com cada construção e aldeia individual [transformando-se] – [n]um somatório de entidades independentes contrastantes (CELANT, 1985, p. 5, tradução nossa).***

Mas, a despeito da rica descrição de Celant, parece-nos que lhe escapa um detalhe importante: não é no campo conceitual que a arquitetura de Gehry remete à cidade, mas no físico, como analogia, pois, de fato, a partir de 1981, as novas obras de Gehry são um amontoado de pequenas construções<sup>18</sup> independentes que se misturam de forma mais ou menos caótica ou randômica, para formar um todo de sentido, isto é, uma obra de arquitetura. Esse foi o procedimento utilizado em vários projetos entre 1980 e 1982: Angels' Place, Los Angeles (1980), Associação de Atores de Cinema (STUDIO CITY, 1981) (Fig. 9), Casa para um Cineasta (LOS ANGELES, 1981) e na casa de hóspedes da família Winton (WAYZETA, 1982-1987)<sup>19</sup>.

<sup>17</sup> Refere-se à especialização que fez na Harvard Graduate School of Design.

<sup>18</sup> Friedman (2002, p. 33) remete essas pequenas construções à ideia da cabana primitiva, o que nos parece uma referência importante: uma semente capaz de produzir mais e mais arquitetura.

<sup>19</sup> Jean-Louis Cohen (2013, p. 451) identifica outras obras, depois da casa Winton, à qual Gehry aplica a mesma estratégia de “vila”: a casa Schnabel (Los Angeles, 1986-87), o complexo Edgemar (Santa Monica, 1986-87) e o edifício Chiat/Day (Los Angeles, 1985-91).

FIGURA 9 – Maquete do projeto da Associação de Atores de Cinema, Studio City, 1981.

Fonte: Arnell e Bickford (1985, p. 204).



Charles Jencks (1990, pp. 194-197) levanta uma interessante hipótese sobre a vinculação do arquiteto californiano a essa influência do campo urbano, mas não a partir do urban-design de Harvard, e sim da Cidade Collage, de Colin Rowe e Fred Koetter (1981). Ainda que o historiador inglês relacione os trabalhos de Gehry – o uso de pequenas unidades autônomas (*one-room buildings*)<sup>20</sup> – com a pesquisa sobre um procedimento de “dissolução da cidade em pequenas unidades de vilas” (JENCKS, 1990, p. 194)<sup>21</sup>, desenvolvido em outra escala por Leon Krier. Apesar de parecer extremamente forçada a relação entre Krier e Gehry, o vínculo através de Colin Rowe parece bastante provável, e a colagem como forma de compor unidades maiores a partir de unidades significativas menores ajuda a entender projetos como o Empreendimento de Casas Tract (1982) (Fig. 10) ou a casa de hóspedes da família Winton, sobre a qual Charles Jencks (1990, p. 282, tradução nossa) tem uma opinião muito negativa, considerando-a apenas um exemplo do novo gênero em desenvolvimento nos anos 1980: “o cômico destrutivo” (“o encontro fortuito de sistemas opostos que podem ter um afortunado elemento comum”). Uma crítica que evidentemente não leva em conta o processo de gestação por que passou a casa, pois só se remete às fotografias do edifício concluído, e condiz pouco com a riqueza do projeto.

FIGURA 10 – Croqui do arquiteto do empreendimento de Casas Tract, 1982 (não construído).

Fonte: Arnell e Bickford (1985, p. 235).



A interpretação “urbanística” tem bastante sentido para muitas das peças usadas para compor arranjos arquitetônicos que podem ser facilmente detectadas nos projetos que Gehry começou a desenvolver entre 1980 e 1981. Foi nesses anos que mudou sua forma de entender a composição arquitetônica (RAPPOLT; VIOLETTE, 2004, p. 8). O mais complexo e comentado projeto concebido nesta linha de trabalho, uma cidade dentro de uma cidade, talvez seja o da Escola de Advocacia da Universidade Loyola Marymount (LOS ANGELES, 1981-1984), mas não é o único nesse formato.

<sup>20</sup> Gehry se refere a uma palestra na qual Philip Johnson afirmava que “a coisa mais difícil de projetar são as construções de um só cômodo [one-room buildings]” (THE FRANK GEHRY TAPES).

<sup>21</sup> Uma afirmação bastante parecida com a de Cohen, só que feita 25 anos antes.

## A influência da arte na arquitetura: composição

Ainda que as explicações urbanísticas sejam plausíveis e se prestem a elucidar as mudanças na forma de projetar e no resultado das obras de Gehry no início dos anos 1980, essa aproximação conceitual não dá conta da casa de hóspedes da família Winton, por exemplo. Apesar de a conceptualização inicial ser evidentemente a de uma “vila”, o que se tem aceito é que a fonte da composição inicial é o estudo das naturezas mortas de Giorgio Morandi<sup>22</sup> ou que pelo menos terá havido uma “contaminação figurativa”<sup>23</sup> do resultado formal do projeto (o arranjo dos volumes) pelos quadros de Morandi<sup>24</sup>.

Num momento de dissolução como os anos 1970 e de desilusão de e com a comportada arquitetura moderna, que tinha exaurido as possibilidades formais em favor de uma abstração totalizadora (da tabula rasa à geometrização euclidiana), a identificação e fixação dos objetos que compõem a arquitetura em sua especificidade e em seus detalhes parecia uma atitude necessária e urgente para restabelecer (um)a nova ordem topológica, histórica, psicológica ou existencial que contestasse a ordem geométrica anterior. Gehry passou a perceber essa necessidade após encontrar os limites da “destruição” do objeto arquitetônico que resultavam da poética da desconstrução (sua segunda fase), pois esse caminho certamente levaria à aniquilação da própria arquitetura. Mas compreendeu também que os agrupamentos de “casinhas” em vilas organizadas de forma randômica precisavam de alguma ordem que fosse mais evidente, um sistema composicional que garantisse um sentido plástico e significativo. Quem havia entendido muito bem essa situação antes dele era Aldo Rossi, capaz de identificar um sentido da permanência que permitia superar o caos da superposição e da aglomeração.

Os aglomerados (as “vilas” referidas por Jencks [1990] e Cohen [2013]) de pequenos objetos arquitetônicos de Gehry, como os que aparecem no projeto dos *lofts* da Rua Lafayette (Nova York, 1981) (Fig. 11), são parecidos com os que surgem das propostas de Rossi nos desenhos de fins dos anos 1970.

Pensamos na série de desenhos *Architettura Assassinata* (1974) ou, mais exatamente, nos desenhos para *Le cabine dell’Elba* (1975), que indicam precisamente um vernaculismo fácil de entender pelos estadunidenses, por exemplo, ou nos desenhos para o projeto das unidades residenciais de Berlim (1976) (Fig. 12). Rossi (apud CELANT, 2003, p. 64, tradução nossa) afirmava que, quando estava pensando nessas obras, lhe parecia “suficiente fixar os objetos, entendê-los, repropor [cada um deles]”, porque, mesmo necessário como a ordem, o racionalismo podia ser “perturbado por fatores externos de outra ordem – histórica, geológica, psicológica”. No entanto, a imposição dos sentimentos e percepções da época, que de certo modo impunham a fragmentação, obrigou a procurar a “identidade” (Rossi) do fragmento, que, em sua essência (sua unicidade), seria capaz de constituir, pela associação com outros fragmentos, um todo congruente e inteligível para o observador e o usuário pós-moderno, que veria nesses agrupamentos um “comentário” social e físico da fragmentação da cultura moderna (FRIEDMAN, 2002, p. 33).

22 Já foi identificado com uma “natureza morta cubista” pelo historiador William Curtis (2006, p. 663), tal vez deveria ter dito “purista”, o que parece uma referência até mais adequada, a julgar pela simplificação geometrizada dada aos volumes.

23 Tomamos o termo de Simón Marchán Fiz (1986) e recomendamos a leitura do subcapítulo: “La arquitectura como ‘naturaleza muerta’” (p. 182).

24 Sobre a influência das naturezas mortas de Morandi, ver Hertzberger (2000, p. 217), que também trata das naturezas mortas de Paul Cézanne e Pierre Bonnard.

FIGURA 11 – Desenho do arquiteto para o projeto de lofts para a Rua Lafayette, Nova York, 1981.

Fonte: Arnell e Bickford (1985, p. 196).

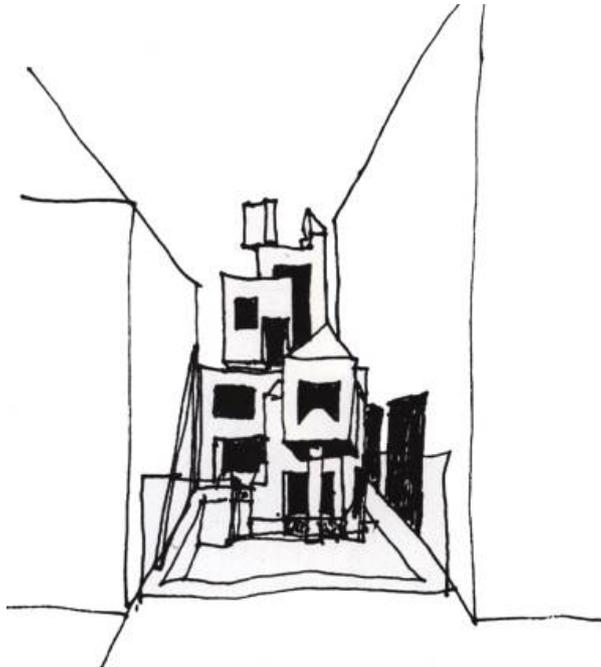


FIGURA 12 – Desenho de Aldo Rossi para o projeto de unidades residenciais no Verbindungskanal, Berlim, 1976.

Fonte: Germano Celant (2008, fig. 54, p. 70).



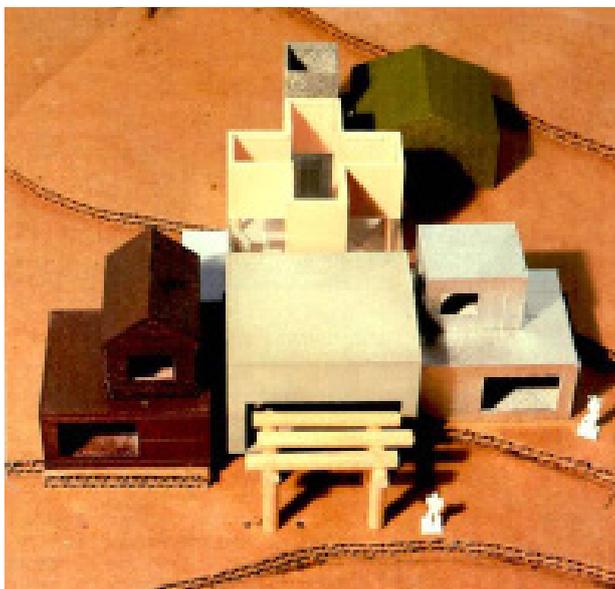
O processo de projeto que resulta dessa fragmentação do corpo cultural do homem, ou pelo menos do arquiteto, pós-moderno não pode ser entendido como uma reestruturação do espaço cartesiano em favor de uma organização abstrata de linhas ou de elementos de arquitetura no sentido clássico (isto é, colunas, paredes, janelas, portas etc.) ou urbanístico (ruas, casas, bairros etc.), mas como a ordenação e composição de partes revestidas de sentido arquitetônico próprio, “elementos de composição” no sentido tradicional defendido por Julien Guadet (1910), por exemplo, mas também no sentido cultural definido por Rossi: histórico, geológico, psicológico, não só cômodos, mas células residências compactas: pequenas cabanas primitivas.<sup>25</sup>

<sup>25</sup> O tema da casa elementar (the Elemental House), tradicional da arquitetura pós-moderna, pode ter contatos bastante próximos com o da cabana primitiva (Charles Jencks, 1985, p. 55).

Mas, diferentemente de Rossi, que vem de uma sociedade com cidades construídas sob uma forte unidade formal, Gehry experimenta com a diversidade da cidade estadunidense, especialmente Los Angeles. Por isso, ainda que compreenda a necessidade da racionalidade da forma, permanece unido à multiplicidade dos materiais, o que o leva a manter sua predileção pelas superfícies (RAUTERBERG, 2012, p. 63), mais que pelos espaços, e à variedade de objetos que toma como referência<sup>26</sup>. O primeiro projeto para os Winton (1982) (Fig. 13) associa as duas tendências: o agrupamento de pequenas unidades independentes que formam a vila e a diversidade de materiais, que reflete a cidade do ferro-velho.

FIGURA 13 – Maquete do primeiro projeto para a casa de hóspedes para a família Winton, 1982.

Fonte: Arnell e Bickford (1985, p. 259)



No entanto, no segundo projeto (1984) (Fig. 14), Gehry abandona as referências “naturalistas” das casinhas e redefine os volumes como formas de geometrias abstratas que identificam ainda elementos de composição, cômodos, ou unidades de habitação, casas. Trata-se de um passo decisivo na formação da arquitetura que desenvolverá depois de 1985. A casa de hóspedes Winton foi sem dúvida o projeto em que o arquiteto articulou a passagem de um sistema figurativo e referencial para um abstrato e visualmente plástico. De certa forma, a passagem de um sistema arquitetônico (tratadístico, alegórico e convencional) para o sistema escultórico (visual, abstrato e relacional).

A libertação das formas arquitetônicas, que Gehry vinha tentando desde 1976, chegou a bom porto nas reviravoltas da casa de hóspedes dos Winton, que, junto com o mundo digital e a utilização maciça de modelos (LINDSEY, 2001, p. 23), abriu as portas a experimentações formais nunca antes testadas numa escala absolutamente arquitetônica. O novo campo de experimentação serão o Peixe (nas versões de 1986, em Kobe, e de 1992, em Barcelona) e a residência Lewis (Lyndhurst, 1989-1995).

26 M. Pei (apud RAUTERBERG, 2012, p. 141) afirmava que, no caso de Gehry, “a forma [dada pelas superfícies externas] sempre vem primeiro, e o espaço é só um produto secundário”.

FIGURA 14 – Maquete do segundo projeto da casa de hóspedes para a família Winton.

Fonte: Francesco DAL CO, Kurt W. FORSTER e Hadley ARNOLD (1998, p. 261).



## Considerações finais

A obra que primeiro projetou o arquiteto Frank Gehry e fê-lo reconhecer no panorama internacional foi a que ele desenvolveu entre 1975 e 1985, mas esses trabalhos não são homogêneos. O que se percebe na obra desse período é um trabalho de busca, de pesquisa e de experimentação que, embora lembre os processos de questionamento das vanguardas dos anos 1920, não contém o mesmo pathos. Ainda assim, permanece rico, variado e intenso, mas flexível, no sentido de não consistir em processos determinantes a ponto de congelar um sistema de projeto transformando-o num modelo único que deve ser seguido, como fez cada um dos movimentos da vanguarda. Não se procuram respostas, mas se questionam constantemente os procedimentos de projeto. Inicialmente, os da modernidade, em que Gehry tinha sido formado, mas sem a necessidade de destruir seus mestres. Não é um trabalho de destruição; apesar do componente negativo da palavra “desconstrução”, é uma forma de ver as coisas que passa por outros referenciais. Fundamentalmente as artísticas, por conta das relações de proximidade e amizade que Gehry sempre manteve com artistas, mas também de sensibilidade arquitetônica e, sobretudo, urbanística. Fica evidente na análise das obras apresentadas que Gehry transita da modernidade à pós-modernidade por um caminho no qual desconstrói o volume arquitetônico único, que vinha da tradição corbusieriana, mas o faz para entender os procedimentos construtivos – e não destrutivos – que a forma arquitetônica propõe. Uma vez percebida a força da des-composição, sua sensibilidade foi atraída pela composição, o arranjo, a justaposição que a visão da cidade lhe trazia, no entendimento de que é necessário termos uma arquitetura da cidade, sem os matizes profundos do pensamento rossiano, mas com suas estratégias compositivas. A composição domina o trabalho de Gehry nos anos 1980, e pensamos que o segue dominando ainda hoje. Mas o elemento compositivo mudou, deixou de ser a referência histórica, ou urbana, a casinha, a cabana original, para ser um objeto plástico, formalmente concebido como fato escultural. No final dos anos 1980, volta Gehry a suas raízes artísticas, a sua necessidade de entender a arquitetura como escultura, o volume e a superfície que formam o objeto arquitetônico agrupado, justaposto e composto pelas estratégias da associação de formas livres, não contaminadas pela figuração. Finalmente, Gehry rompe com o cubo e liberta a arquitetura de suas ataduras figurativas, mas sem destruir a arquitetura que precisa da forma para ser e existir.

## Referências

- ANDREWS, Mason. Text [textos descritivos que acompanham os projetos apresentados]. In. ARNELL, Peter; BICKFORD, Ted. **Frank Gehry: Buildings and Projects**. Nova York: Rizzoli, 1985, pp. 18-288.
- ARNELL, Peter; BICKFORD, Ted. (Ed.) **Frank Gehry: Buildings and Projects**. Nova York: Rizzoli, 1985.
- BLISTÈNE, Bernard. Preface. In. LEMONIER, A.; MIGAYROU, F. (Ed.) **Frank Gehry**. Munique/Londres/Nova York: Prestel, 2015, pp. 12-13.
- CELANT, Germano. (Ed.) **Aldo Rossi: drawings**. Milão: Sakira, 2003.
- CELANT, Germano. Reflections on Frank Gehry. In. ARNELL, Peter; BICKFORD, Ted. **Frank Gehry. Buildings and Projects**. Nova York: Rizzoli, 1985, pp. 5-15.
- COBB, Henry. (Ed.) **The Architecture of Frank Gehry**. Nova York: Rizzoli, 1986.
- CURTIS, William J. R. **La arquitectura moderna, desde 1900**. Londres/Nova York: Phaidon, 2006.
- COHEN, Jean-Louis. **O futuro da arquitetura desde 1889: uma história mundial**. São Paulo: Cosac Naify, 2013.
- DAL CO, Francesco. The world turned upside-down: the tortoise flies and the hare threatens the lion. In. DAL CO, F.; FORSTER, K. W.; ARNOLD, H. **Frank O. Gehry: The Complete Works**. Nova York: Monacelli, 1998, pp. 39-61.
- DAL CO, Francesco; FORSTER, Kurt W.; ARNOLD, Hadley. **Frank O. Gehry: The Complete Works**. Nova York: Monacelli, 1998.
- FORSTER, Kurt W. Architectural choreography. In. DAL CO, F.; FORSTER, K.W.; ARNOLD, H. Frank O. Gehry: **The Complete Works**. Nova York: Monacelli, 1998, pp. 9-38.
- FRIEDMAN, Mildred. (Ed.) **Gehry talks**. Nova York: Universe, 2002.
- GEHRY, Frank; ARNELL, Peter. "No, I'm an Architect": Frank Gehry and Peter Arnell: a Conversation. In. ARNELL, Peter; BICKFORD, Ted. **Frank Gehry: Buildings and Projects**. Nova York: Rizzoli, 1985, pp. XII-XVIII.
- GIEDION, Sigfried. **Space, Time and Architecture: The growth of a new tradition**. Cambridge, Mass.: The Harvard University Press, 1949.
- GUADET, Julien. *Éléments et théorie de l'architecture: cours professé à l'Ecole nationale et spéciale des beaux-arts*. Paris: Librairie de la Construction Moderne, 1910. Disponível em: <<https://archive.org/details/lmentseth03guaduoft>>. Acesso em: 10 jul. 2015.
- HAAG-BLETTER, Rosemarie. Frank Gehry: un constructivista sintético. *Arquitectura Viva, Madri*, V. 1, n. 1, pp. 6-11, jun. 1988.
- HERTZBERGER, Herman. *Space and the Architect: Lessons for Students in Architecture 2*. Rotterdam: 010 Publishers, 2000.
- JENCKS, Charles. *The New Moderns*. Londres: Academy, 1990.
- \_\_\_\_\_. *Symbolic Architecture*. Londres: Academy, 1985.
- LEMONIER, Aurélien; MIGAYROU, Frédéric. (Ed.) **Frank Gehry**. Munich/Londres/Nova York: Prestel, 2015.

LINDSEY, Bruce. *Digital Gehry: Material Resistance/Digital Construction*. Basel: Birkhäuser, 2001.

MARCHÁN FIZ, Simón. *Contaminaciones Figurativas: Imágenes de la arquitectura de la ciudad como figuras de lo moderno*. Madri: Alianza, 1986.

MoMA. Museum of Modern Art. Collection / Artists (website). Disponível em: <<http://www.moma.org/collection/artists/2108?=&page=1>>. Acesso em: 9 jul. 2015.

MONEO, Rafael. *Inquietações teóricas e estratégia projetual na obra de oito arquitetos contemporâneos*. São Paulo: Cosac Naify, 2008.

NORTH CAROLINA MODERNIST HOUSES. Masters Gallery. Frank Owen Gehry, Faia (1929-) (website). Disponível em: <<http://www.ncmodernist.org/gehry.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

RAPPOLT, Mark; VIOLETTE, Robert. *Gehry draws*. Cambridge, Mass.: The MIT Press/Londres: Violette, 2004.

RAUTERBERG, Hanno. *Talking architecture: Interviews with architects*. Munique/Londres/Nova York: Prestel, 2012.

ROWE, Colin; KOETTER, Fred. *Ciudad collage*. Barcelona: Gustavo Gili, 1981.

TASSINARI, Alberto. *O espaço moderno*. São Paulo: Cosac Naify, 2001.

THE FRANK GEHRY TAPES. University of St. Thomas. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=BSZxCdokrjQ>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

VÁZQUEZ RAMOS, Fernando G. 1921 ½: Van Doesburg e (é) o vento que varre a Bauhaus de Weimar nos anos 1920. In: FARIAS, Agnaldo e FERNANDES, Fernanda (org.). *Arte e Arquitetura: Balanço e novas direções*. Brasília: Fundação Athos Bulcão / Editora Universidade de Brasília, 2010, p. 47-62.

## RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E DIREITOS AUTORAIS

A responsabilidade da correção normativa e gramatical do texto é de inteira responsabilidade do autor. As opiniões pessoais emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade, tendo cabido aos pareceristas julgar o mérito e a qualidade das temáticas abordadas. Todos os artigos possuem imagens cujos direitos de publicidade e veiculação estão sob responsabilidade de gerência do autor, salvaguardado o direito de veiculação de imagens públicas com mais de 70 anos de divulgação, isentas de reivindicação de direitos de acordo com art. 44 da Lei do Direito Autoral/1998: "O prazo de proteção aos direitos patrimoniais sobre obras audiovisuais e fotográficas será de setenta anos, a contar de 1º de janeiro do ano subsequente ao de sua divulgação".

O CADERNOS PROARQ (issn 1679-7604) é um periódico científico sem fins lucrativos que tem o objetivo de contribuir com a construção do conhecimento nas áreas de Arquitetura e Urbanismo e afins, constituindo-se uma fonte de pesquisa acadêmica. Por não serem vendidos e permanecerem disponíveis de forma *online* a todos os pesquisadores interessados, os artigos devem ser sempre referenciados adequadamente, de modo a não infringir com a Lei de Direitos Autorais.

CADERNOS  
**PROARQ 26**

MIRIAN KEIKO ITO ROVO LIMA

## Escola Pré-fabricada e Colônia Agrícola do Rio Preto da Eva – reflexões sobre a modernidade ampliada

*Prefabricated School and Rio Preto da Eva Agricultural Colony – an analysis of Severiano Porto's enlarged modernity*

**Mirian Keiko Ito Rovo Lima**

Graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1992), especialização em Interior and Environmental Design, University of California Los Angeles (1999), mestrado pelo PROARQ/FAU-UFRJ (2004), autora de dissertação O Lugar da Adequação em Severiano Porto: Aldeia SOS do Amazonas, colaboradora da Pesquisa A obra e pensamento do arquiteto Severiano Mario Porto, PROARQ/FAU-UFRJ (2003 – atual). Atualmente cursa o doutorado na mesma instituição onde desenvolve a pesquisa de tese - Influências híbridas na arquitetura brasileira: a obra de Severiano Porto na Amazônia. Tem experiência na área de Ensino, Pesquisa e Projeto em Arquitetura e Urbanismo, atuando principalmente nos seguintes temas: metodologia do projeto de arquitetura, teoria e história da arquitetura, representação gráfica em arquitetura e urbanismo.

*Graduated as Architect and Urban Planner at the Federal University of Rio de Janeiro (1992), Expertise in Interior and Environmental Design at University of California Los Angeles (1999), master's degree from PROARQ / FAU-UFRJ (2004), author of the dissertation "O Lugar da Adequação em Severiano Porto: Aldeia SOS do Amazonas", collaborator search the work and thought of the Severiano Mario Oporto architect, PROARQ / FAU-UFRJ (2003 - present). Since 2003 works as associate researcher at the project A obra e pensamento do arquiteto Severiano Mario Porto, PROARQ/FAU-UFRJ. Currently is a PhD student at the same institution where he develops the thesis research - hybrid influences on Brazilian architecture: the work of Severiano Porto in the Amazon. She has experience in the education area, Research and Design in Architecture and Urban Planning, acting on the following topics: architecture design methodology, theory and history of architecture, graphic representation in architecture and urbanism.*

**keikorovo@gmail.com**

### Resumo

O presente artigo é resultado parcial de uma pesquisa maior sobre a produção de Severiano Mário Porto (1930) em andamento no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura FAU/UFRJ<sup>1</sup>. Entre os intentos da pesquisa está depurar o significado da obra do arquiteto, problematizando temas que permearam a sua prática e o contexto histórico de sua atuação de modo a permitir uma visão mais alargada sobre os modos de procedimento de projeto e um entendimento maior das origens que definem sua maneira de pensar e fazer arquitetura. Severiano Porto é sem dúvida um dos principais personagens da arquitetura brasileira da segunda metade do século XX. Ainda que haja um relativo desconhecimento sobre a ampla gama de projetos realizados pelo arquiteto, sua obra continua sendo objeto de interesse e investigação, tanto pelos seus pares atuantes na prática profissional quanto na acadêmica, demonstrando a sua atualidade e importância para o campo da arquitetura. Verifica-se que boa parte das suas obras mais conhecidas são aquelas que ganharam repercussão nos anos de 1980, década que o arquiteto recebe o prêmio “Universidad de Buenos Aires” por ocasião da I Bienal Internacional de Buenos Aires (1985), e em meio a um período em que se intensificaram os debates sobre a especificidade Latino-Americana. Estes debates, de forma ainda muito dispersa e por vezes confusa à época, se refletiram na arquitetura, em grande parte, em torno do tema regionalismo e assuntos correlatos; acabando por influenciar uma leitura estreita sobre a produção de Severiano, pois que suas obras mais divulgadas foram aquelas em que ele emprega o uso dos recursos locais (materiais e mão de obra) e de tipologias que remetem à arquitetura vernácula amazônica. Entretanto, há a nosso ver uma rica produção realizada ao longo dos anos 60, 70, 80 e 90 que ao serem estudadas poderão iluminar o entendimento sobre a produção de Severiano Porto. O presente artigo, baseando-se nas pesquisas já realizadas e em curso, apresenta ao leitor um panorama sobre essa produção e debruça-se sobre dois exemplares do início de sua atividade profissional no Amazonas.

**Palavras-chave:** Severiano Porto. Arquitetura Moderna. Escolas Pré-fabricadas. Colônia Agrícola do Rio Preto da Eva.

### Abstract

This article is a partial result of an ongoing research on Severiano Mário Porto's (1930) architecture. One of its goals is to seek the fundamentals of his approach to design. Severiano is undoubtedly one of the most important Brazilian architects of middle and late 20th century. Although his architecture production is relatively unknown, his work continues to be object of interest and research, both by his peers and by academic practice, demonstrating its actuality and importance to the field of architecture. It turns out that most of his best known works are those published in the 80's, during the time that he received the award “Universidad de Buenos Aires”, in 1985. Discussions on Latin American specificities were intensified by then. In large part, those debates reflected on themes of regionalism and related issues which eventually influenced a narrow view of Severiano's production; in part this is due to the architect's sensibility to place, to cultural identity, to the use of traditional materials and techniques. However, as one can perceive through the study of his vast archive, there is a rich production held since the 60's which deserves a closer study so as to illuminate the understanding such a singular practice. This article, based on research already undertaken and under way, presents the reader with an overview of Severiano's trajectory and the analysis of two works designed in the beginning of his professional activity in the Amazon.

**Keywords:** Severiano Porto. Modern Architecture. Prefabricated Schools. Agricultural colony of Rio Preto da Eva.

1 O trabalho de doutorado em andamento da autora, com orientação da Profa. Dra. Ana Maria G. A. Amora e coorientação da Profa. Dra. Beatriz Santos de Oliveira, com enfoque na obra do arquiteto Severiano Porto, se insere linha de pesquisa Teoria, História e Crítica no âmbito do Programa de Pós-graduação em Arquitetura da FAU/UFRJ, e na pesquisa maior intitulada A obra e o pensamento do arquiteto Severiano Mario Porto.

## Introdução

Severiano Porto (1930) é sem dúvida um dos principais personagens da arquitetura brasileira da segunda metade do século XX. Ainda que haja um relativo desconhecimento sobre a ampla gama de projetos realizados pelo arquiteto, sua obra continua sendo objeto de interesse e investigação, tanto pelos seus pares atuantes na prática profissional quanto na acadêmica, demonstrando a sua atualidade e importância para o campo da arquitetura - seja como referência para a arquitetura bioclimática, pelos valores simbólicos, pela tecnologia construtiva, pela representatividade de uma arquitetura brasileira, seja pelo refino no desenho de detalhamento e sua representação gráfica.

Verifica-se que boa parte das suas obras mais conhecidas são aquelas que ganharam repercussão por meio das revistas especializadas nos anos de 1980, década que o arquiteto recebe o prêmio “Universidade de Buenos Aires” por ocasião da I Bienal Internacional de Buenos Aires (1985); período histórico este em que se intensificaram as discussões sobre a especificidade Latino-Americana. Estes debates, de forma ainda muito dispersa e por vezes confusa à época, se refletiram na arquitetura, em grande parte, em torno do tema regionalismo e assuntos correlatos. Fato que acabou por relacionar a obra de Severiano com os assuntos em pauta, ofuscando, a nosso ver, uma produção rica em diversidades programáticas, construtivas e espaciais, produzidas ao longo dos anos 60, 70, 80 e 90 que ao serem estudadas poderão iluminar o entendimento sobre o significado de sua obra. O presente artigo, portanto, baseando-se nas pesquisas já realizadas e em curso, pretende apresentar ao leitor um panorama sobre essa produção e convidá-lo a fazer uma reflexão a partir da análise de dois exemplares do início da atividade profissional de Severiano Porto no Amazonas.

## O início

Era 1965. O jovem mineiro-carioca (e porque não, também pernambucano) Severiano Porto<sup>2</sup> se deslocava do Rio de Janeiro para Manaus em busca de novas oportunidades de trabalho. O convite partiu do então governador do Amazonas Arthur César Ferreira Reis. O Amazonas começava a surgir como uma terra promissora, especialmente com a divulgação no Brasil e no exterior das ações implementadas por Reis, governante do Estado entre os anos de 1964-1967, – indicado pelo primeiro presidente da ditadura militar após o Golpe de 1964 – e para quem Severiano já havia feito no Rio de Janeiro a reforma do escritório da Representação do Governo do Estado do Amazonas (1964)<sup>3</sup>.

Severiano chegou a Manaus junto a outros profissionais encarregados das primeiras transformações arquitetônicas e urbanísticas da cidade, todos a convite de Arthur Reis que apostou para a equipe de arquitetos e urbanistas jovens profissionais: Severiano Porto para as obras independentes, Luiz Carlos Antony e Fernando Pereira da Cunha, para o Plano Diretor de Manaus (não concretizado) e algumas sedes governamentais, César Oiticica, Leon Shastri e Ivan Pimentel para a COHAB-AM (Companhia de Habitação do Amazonas).

2 Severiano Porto, nascido em 19 de fevereiro de 1930 em Uberlândia, Minas Gerais, era filho de Pernambucanos. A família de advogados e educadores muda-se para o Rio de Janeiro, onde Severiano formou-se arquiteto pela Faculdade Nacional de Arquitetura, em 1954

3 Severiano conheceu Reis quando jovem. Suas famílias moraram na mesma vila no bairro de Botafogo, Rio de Janeiro, e os filhos de Reis estudaram no Colégio Brasil-América, instituição particular conduzida nos anos de 1944 a 1950 pelos seus pais.

## As experiências no Amazonas

Os primeiros projetos desenvolvidos por Severiano a convite de Arthur Reis, foram a reforma do Palácio Rio Negro, (1965), e a Assembleia Legislativa do Estado (1965). Embora as duas obras não tenham se concretizado, elas foram responsáveis por abrir as portas para outras vindouras. Nas semanas em que passou na cidade de Manaus, Severiano tomou conhecimento dos planos do Governo para outros projetos. Logo acabou por se envolver com o Estádio Vivaldo Lima (1965) obra de grande porte que o fez se deslocar com a família para Manaus, em 1966.

Antes de prosseguirmos, cabe uma explanação sobre o período em questão. A arquitetura de Severiano Porto está intimamente relacionada às especificidades culturais, às condições geográficas e, sobretudo às transformações sociais e econômicas pelas quais passou o Amazonas a partir dos anos 60. Observa-se que naquele momento a Amazônia encontrava-se com uma economia estagnada. Com o governo do interventor Arthur Reis colocava-se em prática um dos maiores empreendimentos realizado pelo governo ditatorial militar de integração e ocupação da Amazônia. Aos passos da ideologia do desenvolvimento adotada pelo regime militar e a continuidade do projeto de modernização do país, que incluía a integração da Amazônia, os planos de desenvolvimento incluíam diversas medidas para reconstruir a economia da região e cumprir o projeto de integração.

Assim é que a partir da chegada de Severiano ao Amazonas, foram mais de três décadas e meia de uma intensa produção que iniciada no Rio de Janeiro em meados da década de 1950 somou cerca de trezentos projetos.<sup>4</sup>

É possível identificarmos sem muito esforço duas fases bem distintas na atuação do arquiteto: uma fase primeira em que sua prática profissional se desenvolveu submetida às normas mais convencionais do jogo, resumindo-se em uma racionalidade construtiva, visando a maximização dos espaços em função do mercado imobiliário no Rio de Janeiro, e outra quando o arquiteto se desloca para Manaus onde houve um gradativo amadurecimento nos procedimentos construtivos, espaciais e programáticos com o considerável número trabalho que o seu escritório passou a desenvolver ao longo dos 36 anos de intensa atividade na região norte do país. Aproximadamente um terço da produção realizada durante a segunda fase foram projetos de grande vulto desenvolvidos junto aos órgãos governamentais do Amazonas. O arquiteto também desenvolveu projetos para o Acre, Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Ceará e uma significativa produção em Roraima, realizados em meados da década de 1970.

Afora as comissões recebidas pelas obras públicas, Severiano elaborou grande variedade de programas particulares como bancos, lojas, restaurantes, hotéis, e ainda uma significativa produção de natureza residencial (unifamiliares em sua maioria), para uma clientela formada pela elite local – profissionais liberais e empresários.

Severiano Porto teve de lidar, desde o primeiro momento, com todas as variáveis que interferem na realização de um projeto - clima, disponibilidade de material construtivo e de mão-de-obra. Seu espírito prático, munido por uma teoria alimentada pela vivência, permitiu ao arquiteto olhar para a Amazônia a partir de uma leitura realista de sua paisagem, de suas condições econômicas e sociais, de sua gente e sua cultura.

<sup>4</sup> No acervo do NPD/FAU-UFRJ há catalogados duzentos e oitenta projetos. Há ainda outros não catalogados, como edifícios de apartamentos no Rio de Janeiro que o arquiteto optou por não doar ao acervo. O número de projetos realizados pelo arquiteto, portanto, torna-se impreciso. São estimados cerca de trezentos projetos.

Mas o olhar de Severiano Porto não tem apenas a Amazônia como referência. Ele vai muito mais longe, se alarga e vai além-fronteiras. É verdade que o seu trabalho se desenvolveu a partir de intensas pesquisas das possibilidades oferecidas pelas especificidades do meio. Mas o que vemos no conjunto de sua obra é uma variedade de propostas. Severiano Porto sempre se mostrou um arquiteto aberto para todas as possibilidades, tanto àquelas adquiridas pela modernidade, quanto pela tradição.

Assim é que numa observação detida verificamos soluções de projeto de vocabulários variados. É notório projetos e obras que dialogam com a cultura arquitetônica vernácula em que o arquiteto não somente busca um olhar pragmático (na utilização dos materiais locais e na adequação da arquitetura ao clima) como também um olhar simbólico ao buscar referenciar a cultura e o homem local. Essas experiências de características formais mais livres, de conteúdo programático em que predominam as atividades de lazer, turismo e/ou localizados em áreas rurais, são notadamente obras de cunho mais autoral. Como exemplo citamos o já conhecido Centro de Proteção Ambiental da Hidrelétrica de Balbina (1985-1988) [1], o Hotel Pousada da Ilha de Silves (1983-1985) [1], a circulação de palha da Aldeia SOS do Amazonas (1993-1997) [1], o Restaurante Chapéu de Palha (1967), a Igrejinha de Nossa Senhora do Cavaco (1968) e os menos conhecidos e não construídos, Círculo Militar (1975) e o Museu Homem do Norte (1988).



FIGURA 1 – De ci esquerda para a direita: Centro de Proteção Ambiental da Hidrelétrica de Balbina, Hotel da Ilha de Silves, Aldeia SOS do Amazonas.

Fonte: Acervo Particular Severiano Porto

No entanto, observam-se ainda no conjunto da obra do arquiteto propostas em que há uma clara vinculação teórica com o desenvolvimento da industrialização da construção civil, com soluções de projeto que privilegiam aspectos racionais, de modulação e padronização –algumas com soluções flexíveis e passíveis de crescimento – utilizando-se de materiais naturais ou industrializados; neste caso temos como exemplo os projetos da sede da Superintendência da Zona Franca de Manaus (1971-1973/1994-1995) [2], o Campus da Universidade do Amazonas (1973/1981), as Escolas Pré-Fabricadas (1965), a Residência do Arquiteto na Rua Recife – 1762 (1966), a Colônia Agrícola do Rio Preto da Eva (1968), a Granja da Polícia Militar do Estado do Amazonas (1968), as Casas de Cultura (1969), o INPA (1970), a Residência no Jardim Haydêa (1971), o Condomínio Praia da Lua (1979) [2], dentre inúmeros outros que se identificam com o momento de transformação de uma Amazônia em processo de crescimento, atualização e modernização.

FIGURA 2 – De cima para baixo: Sede da SUFRAMA e Condomínio Praia da Lua.

Fonte: Acervo da autora.



Em seguida, deter-nos-emos em duas experiências iniciais do arquiteto com o uso de material local, as Escolas Pré-fabricadas (1965) em madeira, recusada pelo poder público, e a Colônia Agrícola do Rio Preto da Eva (1968). Por meio de suas análises poderemos detectar suas afinidades teóricas, ainda que de um período determinado em que foram realizadas, mas que poderá nos dar pistas sobre sua maneira de pensar e fazer arquitetura.

Importante aqui fazermos uma observação: a produção do escritório de Severiano Porto contou com a preciosa parceria do arquiteto Mário Emílio Ribeiro (1930-2014). Desenhista de mão cheia, metucioso, estudioso de detalhamentos construtivos, trabalhou alguns anos no escritório do arquiteto Henrique Mindlin antes de associar-se a Severiano<sup>5</sup>. Seu conhecimento foi imprescindível para o desenvolvimento dos projetos de grande porte, ficando ele responsável pelo escritório do Rio de Janeiro, pelo desenvolvimento técnico dos projetos arquitetônicos, seus detalhamentos e suas compatibilizações com os projetos complementares.

## As Escolas Pré-fabricadas de madeira (1965)

Uma das ações emergenciais almejada pela política do governo do Amazonas na década de 1960 foi de proporcionar acesso regular à educação especialmente em lugares distantes da capital, sobretudo que pudessem alcançar as populações das comunidades ribeirinhas. É neste contexto que nasce a proposta das Escolas Pré-fabricadas (1965) [3], uma das primeiras encomendas recebida por Severiano Porto tão logo chega à capital amazonense.

<sup>5</sup> Os dois arquitetos mantiveram sociedade entre os anos de 1968 a 1989.

Na esteira das pesquisas que tomou fôlego, especialmente a partir da década de 1950, na promoção da racionalização da construção civil, em torno do processo construtivo pela pré-fabricação, Severiano enxergou no processo construtivo da pré-fabricação leve uma resposta condizente com a realidade que se colocava para a encomenda dos grupos escolares a serem construídos no Amazonas. Propôs assim, uma edificação com linguagem semelhante às construções comumente erguidas pelas populações locais, um pavilhão de duas águas, predominantemente horizontal – uma forma de se afinar com as edificações comuns –, mas levemente elevada do chão – conferindo uma certa leveza ao conjunto – e com processo de construção de fácil entendimento e execução.

O sistema construtivo proposto valia-se de solução mista de peças de madeira pré-fabricada e contraplacados revestidos de laminados plásticos para as áreas secas e alvenaria para as áreas úmidas (cozinha, banheiro, área de serviço). Toda a parte em madeira, tal como as divisórias, piso, forro, janelas e estruturas de apoio seriam confeccionados nas oficinas de Manaus e transportados para o local de montagem. A área das instalações sanitárias, em bloco independente, mas unida pelo sistema de cobertura, se valeria de construção em tijolo aparente com os vãos guarnecidos de venezianas em madeira. De forma a se acomodar em diferentes tipos de terreno a solução para a fundação foi a utilização de sapata de concreto ciclópico assente diretamente no chão [3].

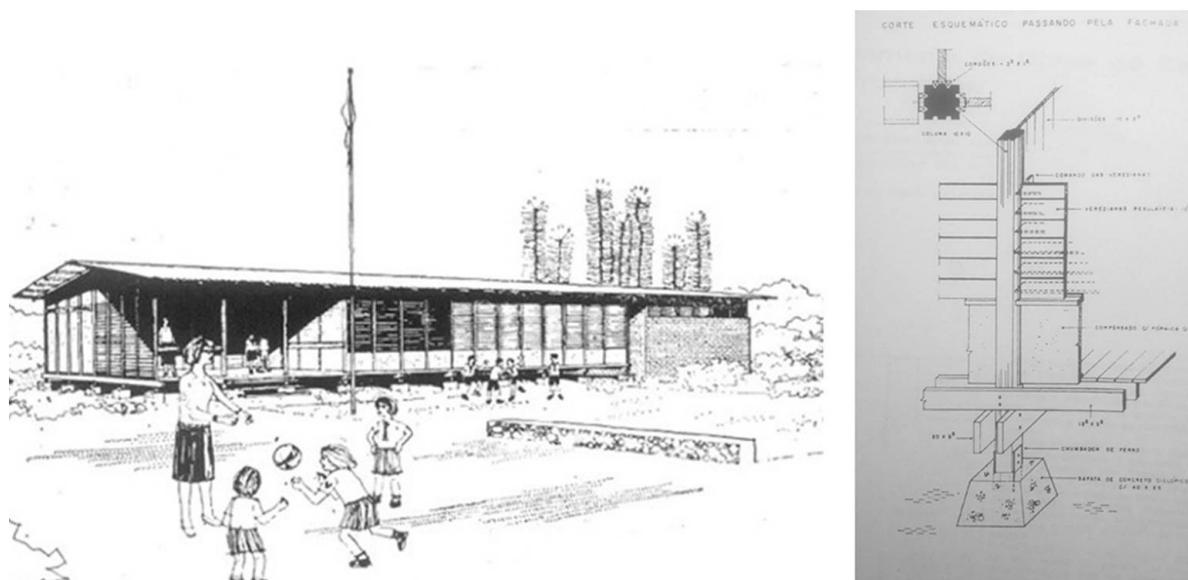


FIGURA 3 – Perspectiva da Escola Pré-Fabricada e corte esquemático passando pela fachada.

Fonte: PORTO, 1965, p. 16.

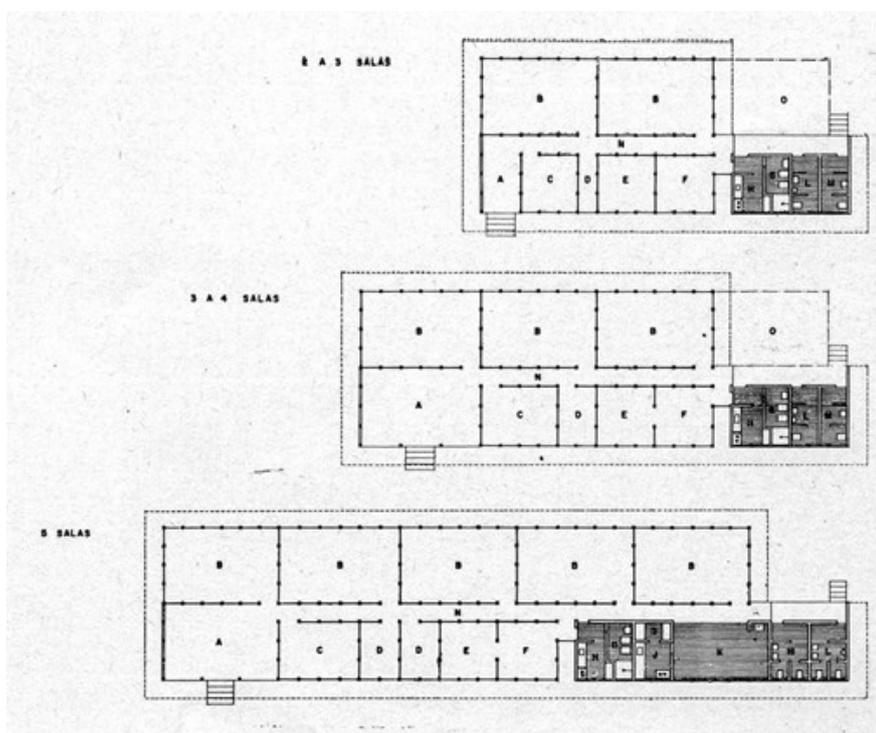
Considerando que as escolas seriam implantadas em sítios diversos, foi proposto um tipo de edificação de planta flexível, podendo organizar-se em duas a três salas, três a quatro salas ou cinco salas [4]. Optou-se para o madeiramento do plano de piso uma grade modular de 1,10m x 1,10m, ancorada por colunas em madeira a cada 2,20m afixadas às sapatas de concreto. Importante notar que Severiano Porto serviu-se em diversas ocasiões da coordenação dimensional, que assegurava especialmente para

construções em madeira, uma racionalização construtiva, facilitando execução e montagem.

Chama atenção no projeto das Escolas Pré-fabricadas a atenção dada aos aspectos bioclimáticos o que demonstra preocupação do arquiteto, desde o início, em adequar a arquitetura ao clima. A elevação do piso da escola em 80 cm do solo garantiria a salubridade do edifício; as venezianas reguláveis permitiriam o controle da aeração; os largos beirais a proteção contra as chuvas constantes. As telhas de alumínio, do tipo mais comum na região, especificadas para a cobertura, garantiria grandes vãos, leveza e fácil manutenção.

FIGURA 4 – Planta baixa com três opções de dimensão de 3, 4 e 5 salas.

Fonte: PORTO, 1965, p. 16.



Como mencionado anteriormente, Severiano esteve atento para às tradições construtivas dos indígenas e dos seus descendentes desde o primeiro momento em que se estabeleceu na região. As casas dos caboclos do Rio Negro, por exemplo, sejam as flutuantes ou sobre palafitas, caracterizam-se por uma profunda relação entre forma e uso. São feitas na justa medida, são adequadas ao clima, tanto no que diz respeito à orientação quanto à utilização de materiais. Entretanto, é com o mesmo apreço que o arquiteto dialoga com as arquiteturas vernáculas dos países nórdicos, da arquitetura tradicional japonesa e de outras culturas, fato que podemos constatar com uma análise detida de suas obras e pela ampla pesquisa realizada pelo arquiteto.

Assim é que o projeto das Escolas Pré-fabricadas pode estabelecer afinidades com a arquitetura japonesa; seja no uso de uma coordenação dimensional, no uso de uma base para os pilares de madeira (na arquitetura japonesa tais bases são em pedra), na simplicidade da linguagem, nas soluções de desenho de adequação ao clima, bem como no uso da madeira. Observa-se que a pesquisa à arquitetura japonesa foi uma constante para Severiano, especialmente nos primeiros anos, dado o contato do arquiteto com o Consulado do Japão em Manaus.

A proposta das Escolas Pré-fabricadas, como demonstrara sua publicação nas revistas da época <sup>6</sup>, era para o meio arquitetônico uma alternativa racional, adequada para as regiões menos desenvolvidas industrialmente, ou seja, na ordem dia. Assim é que semelhante experiência de grupos escolares pré-fabricados foi proposto e executado pelo Departamento de Obras do Estado de Pernambuco – observa-se que com linguagem ainda mais simples do que as escolas de Severiano –; outra experiência bastante apreciada foi o projeto com sistema de pré-fabricação em taipa, proposto por Acácio Gil Borsóí como alternativa para as habitações populares em Cajueiro Seco.

Entretanto, como já dito, Severiano teve o projeto da sua escola recusado pela secretaria de planejamento; tal órgão alegou que uma obra pública de importância como as escolas não poderia ter aparência de 'barraco', pois seria inapropriado para a imagem de um governo militar.

Causava surpresa aos arquitetos recém-chegados ao Amazonas na década de 1960, a não utilização da madeira, visto este ser o material construtivo de maior abundância na região. Contudo, como aos poucos puderam constatar, os meios primários de operação e o sistema feudal na indústria madeireira tornava o uso da madeira muitas vezes inacessível, dado o desconhecimento da qualidade do material; a dificuldade ainda se agrava com a ausência de estufas de secagem. Oswaldo Arthur Bratke teve a mesma dificuldade no projeto para a Vila Amazonas e Vila Serra do Navio (1955-1960) no Amapá, pois não havia dados técnicos sobre as madeiras locais e nem uma tradição construtiva com o material que tivesse levado ao conhecimento científico de suas propriedades.

Cabe aqui, dada a oportunidade, sublinharmos a dívida de Severiano para com as pesquisas empreendidas por Bratke no projeto urbanístico e arquitetônico mencionado. Pesquisas estas, dentre outras, realizadas por Bratke especialmente para a casa no clima tropical. Ele projetou um tipo de residência que foi aclamada na VIII Bienal de São Paulo como a "casa ecológica da Amazônia". Tal casa, como é possível verificar no corte esquemático, [5] apresenta soluções de desenho que prioriza os grandes beirais, aberturas para aeração com venezianas fixas e móveis, telhados separados dos forros para uma constante circulação.

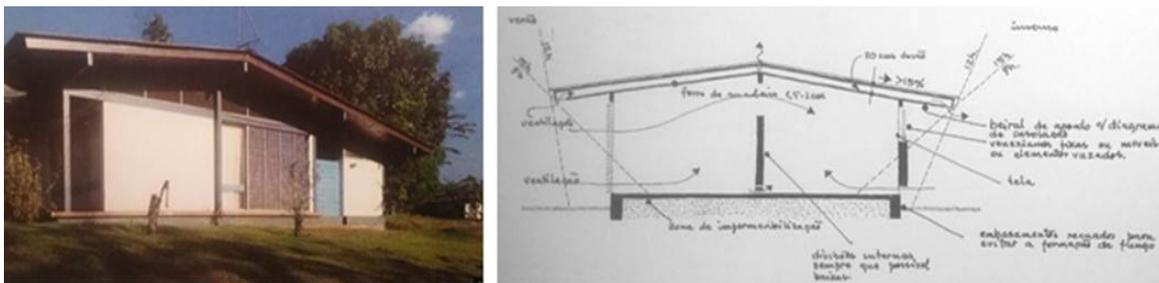


FIGURA 5 – Casa para graduados em Serra do Navio e esquema de ventilação e insolação pesquisados para as residências.

Fonte: SEGAWA; MAZZA DOURADO, 2012, p. 261 e 289.

O projeto para a Secretaria de Produção (1968)[6] e INPA (1970) [6], realizadas por Severiano, sem dúvida dialogam com as obras da Serra do Navio de Bratke, tanto no que diz respeito aos aspectos climáticos, quanto aos aspectos plásticos. A Secretaria de Produção foi considerada à época uma solução ecológica e integrada à realidade regional amazense.

<sup>6</sup> Publicada nas revistas nacionais Arqitetura, n. 40, 1965 e ABA, n. 1, 1967/68

FIGURA 6 – De cima para baixo:  
Secretaria de Produção do  
Amazonas e INPA.

Fonte: Acervo Particular  
Severiano Porto



Os obstáculos enfrentados por Severiano, no que pese o uso dos recursos materiais da região em sua arquitetura, tem suas origens em um preconceito arraigado na concepção burguesa e elitista local; desde o período da pujança econômica gerada pela economia da borracha, época em que tudo era importado –os materiais, os arquitetos, os engenheiros e operários, até o modo de ser e de vestir – os valores culturais das populações mais simples eram negadas e rechaçadas. As elites se envergonhavam das casas dos pobres, dos barracos, construídas em barro ou em madeira, e comumente cobertas por palha.

Este talvez seja um dos motivos pelo qual o laboratório de pesquisas regionais proposto pela equipe da COHAB-AM não tenha sido bem sucedido, pois que o poder público não o levou adiante. O programa visava levantar os materiais popularmente usados, tais como a palha, caibros roliços e fibras para construção das casas da COHAB. Previam também oficinas para treinamento da mão-de-obra; pesquisas que visassem alternativas para determinados elementos da casa que poderiam barateá-las; tal como o uso de coberturas em cavaco de madeira no estilo das casas dos imigrantes japoneses das cooperativas agrícolas. (OITICICA, 1967/1968, p. 74-77)

A propósito, a arquitetura de Severiano só passou a ser realmente aceita pela elite local quando ele recebeu o reconhecimento externo, ao ser premiado em diversas categorias, em sua maioria pelo Instituto dos Arquitetos do Brasil – IAB, o que fez com que suas obras logo ganhassem espaço na literatura especializada, tornando possível ainda mais a divulgação do seu trabalho na região.

Para se ter uma ideia, causou admiração aos locais a maneira como o arquiteto decidiu construir a sua primeira casa: assentada praticamente à beira de um igarapé, nos moldes dos caboclos, uma casa simples de duas águas, feita quase que inteiramente em madeira, aberta ao vento e erguida sobre palafitas, ou melhor pilotis. Era uma casa para ser temporária, pois construída em terreno de amigo. Entretanto, feita em dois meses e com custo por m<sup>2</sup> inferior às casas realizadas pela COHAB-AM na mesma época, passou a ser local de visitação de turistas e meio de publicidade para o arquiteto.



FIGURA 7 – Residência da Rua Recife, 1962. Primeira residência do arquiteto em Manaus. À esquerda notar o igarapé em primeiro plano. À direita, a casa em construção c. 1966.

Fonte: Acervo Particular Severiano Porto

Mas um marco mesmo foi o premiado restaurante Chapéu de Palha (1967) [8], hoje demolido. O restaurante de características rústicas passou a ser referência turística e motivo de orgulho no lugar. A linguagem utilizada era sem precedentes em sua prática. Ele adotou para a edificação um sistema construtivo semelhante a uma estrutura de guarda-chuva, a partir de materiais disponíveis na região: troncos de aquariquara (madeira abundante no local, geralmente utilizada em postes de iluminação); cobertura em palha de palmeira. Com esta obra ele mostra o seu potencial de arquiteto-construtor, conhecedor tanto dos assuntos técnicos quanto plásticos e o seu profundo respeito para com a sabedoria do homem local.

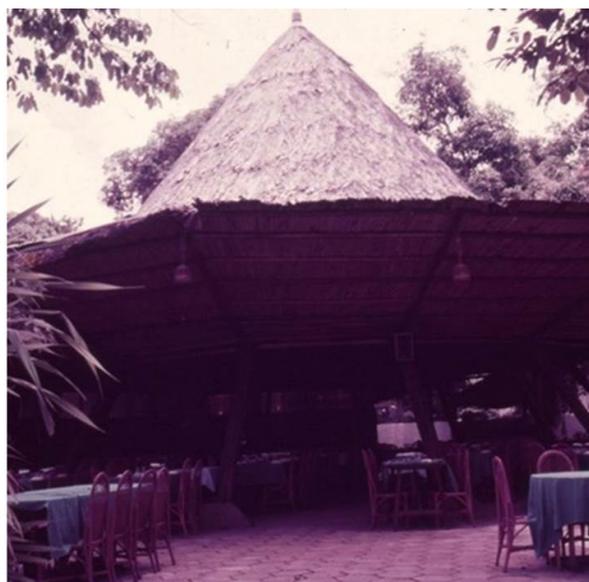
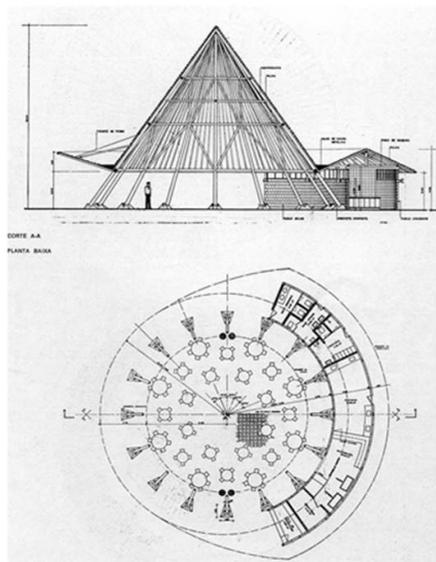


FIGURA 5 – Da esquerda para a direita Corte e Planta Baixa do Restaurante Chapéu de Palha, Foto do restaurante c. 1968.

Fonte: ABA, 1967/ 1968, P. 117-118) e Acervo Severiano Porto

## A Colônia Agrícola do Rio Preto da Eva e a Igrejinha de Nossa Senhora do Cavaco (1968)

Gradativamente Severiano pôde se impor como arquiteto e dedicar-se às novas experiências. A Colônia Agrícola do Rio Preto da Eva (1968) é uma obra especial, pois tratou-se de uma das poucas obras em que o projeto visava como usuário final a própria mão-de-obra que iria executá-la, nesse caso os próprios colonos; propõem-se o uso de material familiar ao caboclo, madeira lavrada para estrutura e fechamentos, esquadria de desenho simples visando agilidade em sua construção, cobertura de cavaco ou de alumínio, piso com fundação superficial em concreto. A Colônia Agrícola visava oferecer aos colonos uma infraestrutura que pudesse dar-lhes assistência nas divisões dos lotes, na produção agrícola e também na saúde, segurança, educação, lazer. Assim é que o programa da Colônia, situada no Km 80 da estrada Manaus-Itacoatiara, incluiu posto médico, alojamentos [9], administração, delegacia, escola, clube social esportivo [9], armazém e igreja.

Tal como as Escolas Pré-fabricadas, foi proposto um sistema construtivo visando a racionalização da construção com espaços gerados por uma malha regular de 1m x 1m, mas dentro ainda de um princípio de coordenação dimensional.

A proposta da Colônia Agrícola era servir de modelo para outras que viessem a ser feitas. A preocupação de Severiano, segundo depoimento era “propor um processo construtivo simples, que os colonos pudessem executar eles mesmos, sem que a gente estivesse impondo nada a eles”; e utilizando-se de técnicas e materiais construtivos “que era para se criar uma arquitetura acessível, numa linguagem semelhante ao homem”. (PORTO, 1976, p.14)

FIGURA 9 – Vista da Colônia Agrícola do Rio Preto da Eva. Em cima, em primeiro plano, o clube e ao fundo a igreja. Embaixo, em primeiro plano, o alojamento e ao fundo a igreja.

Fonte: Acervo Particular Severiano Porto



### A Igrejinha de Nossa Senhora do Cavaco

Único edifício do conjunto a ganhar destaque pela forma e materiais de acabamento, a Igrejinha de Nossa Senhora do Cavaco, junto com o Chapéu de Palha dão início a uma experiência espacial e construtiva que nos anos 80 alcançará a ousada e refinada cobertura do Centro de Proteção Ambiental da Hidrelétrica de Balbina (1985-1988) [1].

Já comentamos sobre o Chapéu de Palha, primeira obra do arquiteto em que usa material tão rechaçado historicamente no Amazonas como a palha para a cobertura. Vale lembrar que este material chegou a ser proibido pelo Código de Posturas de 1872, pelo seu aspecto de “insalubridade e feiura”.

Na Igrejinha, tal como no Chapéu de Palha, Severiano utiliza-se do mesmo material, a madeira aquariquara para a estrutura. Entretanto, o sistema construtivo é diferente, posto que a forma é mais livre. O aspecto rústico da construção contrasta sobremaneira com a delicadeza do seu resultado formal. A planta parte de um trapézio [10], em que o lado menor situa-se no lado oposto da entrada da capela. As seções transversais em forma triangular, com variações a partir da metade do comprimento em planta, ascendem na parte voltada para o altar. A pequena e modesta Ronchamp dos trópicos – sim, Severiano a chamava carinhosamente de sua Ronchamp – referindo-se à icônica obra de Le Corbusier, ganha um banho de luz colorida no seu interior com o uso de placas acrílicas (do tamanho das telhas de cavaco) assentadas na parede do altar.

FIGURA 10 – Croquis da Igrejinha Nossa Senhora do Cavaco.

Fonte: NPD/FAU-UFRJ.

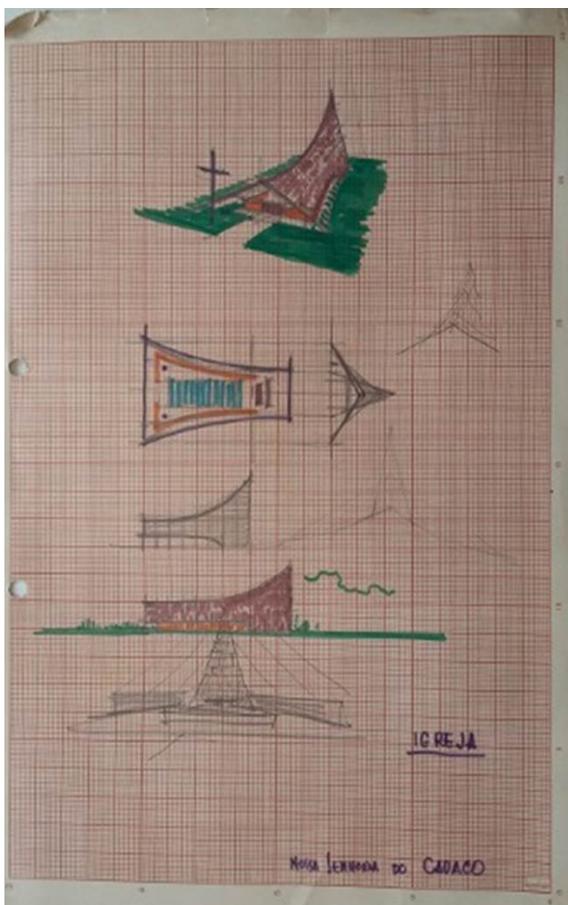


FIGURA 11 – À esquerda: vista do lado exterior da parede do altar. À direita: interior da Igreja.

Fonte: Acervo Particular Severiano Porto



## Considerações finais

Com a proposta para o projeto das Escolas Pré-fabricadas vimos que Severiano se afinava teoricamente com as ideias surgidas nos anos 50 no Brasil, em que as novas possibilidades de industrialização da construção civil refletiram nas experiências da produção arquitetônica nacional, na ideia da pré-fabricação, na racionalização da construção. Mas que também acabou por vigorar como uma espécie de “estilo de época”, pois que embutidos na ideia da pré-fabricação estão a ausência de acabamentos, daí que a solução plástica resultaria dos próprios elementos construtivos (Bastos e Zein, 2010, p. 94).

Vimos também que as propostas de Oswald Arthur Bratke para o Amapá inspiraram as primeiras obras de Severiano, tanto no que diz respeito às soluções de desenho para atendimento aos aspectos climáticos quanto como linguagem plástica – edificações em duas águas, uso misto de madeira e alvenaria para fechamentos e estrutura, elementos vazados, uso de telha de grandes folhas como as industrializadas de fibrocimento ou de alumínio.

Com a análise da Colônia Agrícola do Rio Preto da Eva e da Igrejinha de Nossa Senhora do Cavaco foi possível identificar outro ponto importante na maneira de ser de Severiano. O processo construtivo escolhido foi pensado para as ferramentas e o conhecimento do homem que iria executar as edificações. Talvez essa seja uma das poucas obras em que ele pode propor um projeto em que o usuário final seria a população mais simples.

Ao usar os recursos construtivos mais habituais dessa população, hábeis nas construções dos barcos, casas de palafitas e flutuantes, Severiano também pretendia mudar um modo de pensar. De certa forma, podemos dizer que o arquiteto também se via com a responsabilidade de um educador. Ele mostra que a madeira, embora largamente popularizada, não era coisa de “pobre” e sim um dos materiais mais nobres, flexível, apropriado para se usar em um lugar onde sua disponibilidade é abundante.

Essa maneira de pensar do arquiteto pode estar vinculada a um pensamento corrente nos anos 60 e 70, uma época de efervescência política e cultural, da instauração de novos parâmetros e estilos de vida. Há o movimento “ecológico”, a defesa do meio

ambiente, o surgimento da contracultura. Nas artes e arquitetura há uma revalorização do popular, do homem comum, da arquitetura sem arquitetos, da arquitetura anônima dos países do Terceiro Mundo, da participação do usuário na concepção do espaço construído.

A igreja, entretanto, mostra-nos outra particularidade já mencionada: que o olhar do arquiteto vai além-fronteiras. A lasca de madeira utilizada para conformar a cobertura da igreja é muito mais utilizada nos países nórdicos, nos Estados Unidos, no Japão do que entre a população indígena amazônica. No que se refere à tipologia, a igreja pouco remete as edificações nativas, diferente do restaurante Chapéu de Palha que pode remeter a uma maloca ou uma cabana Yamamadi. Na realidade a forma da igreja remete muito mais facilmente à Arvtic Cathedral, do norueguês Jan Inge Hovig, do que uma habitação indígena; e claro, também pode operar várias citações à capela Ronchamp (1955), com a sua forma plástica e poética resultante.

Se as obras mais maduras do arquiteto, tal como o Centro de Proteção Ambiental da Hidrelétrica de Balbina (1985-1988) foi elaborado em decorrência dos experimentos que o arquiteto iniciou na década de 1960, podemos constatar que suas afinidades teóricas estão muito mais vinculadas com os desdobramentos da arquitetura moderna do que propriamente com as ideias regionalistas – pelo menos não aquelas propagadas por Kenneth Frampton e Tzonis e Lefraive nos anos 80. Como proposto por Cox (1991), podemos pensar as obras amazônicas de Severiano como pertencente a uma Modernidade dilatada, ou seja, no sentido em que a Modernidade, para nós latino-americanos é ainda uma ideia em aberto; à medida que se ajusta à realidade local, ela passa a ser uma “modernidade apropriada”. (Cox, apud Bastos e Zein, 2010, p. 245). Ou ainda, se este for o caso, aceitar a aproximação regionalista de Waisman (2013) entendendo-a como um modo de compreender as particularidades do lugar, os modos de vida, as tradições construtivas, tantas as antigas quanto as recentes, “sem que isso implique a limitação dentro de um localismo estreito ou o congelamento do desenvolvimento histórico, mas como um modo de afiançar e construir um mundo cultural sobre modelo próprio” (Waisman, 2013, p. 97).

As obras do arquiteto Severiano Porto se encaixam a nosso ver mais numa ideia de uma modernidade em aberto, pois que ela não se constrói com um olhar apenas para a realidade local, ela vai além, ela é nesse sentido uma modernidade ampliada, alargada, livre para poder transitar com códigos diversos.

## Agradecimentos

Este artigo apresenta reflexões parciais acerca da pesquisa em andamento da autora, relativo a sua tese de doutoramento junto ao PROARQ-FAU/UFRJ. Registra-se aqui especial agradecimento às contribuições feitas pela Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Beatriz Santos de Oliveira e Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Maria Gadelha Albano Amora, a Severiano Porto pela disponibilização das fotos pertencentes ao arquivo pessoal do arquiteto, a CAPES pelo apoio recebido para o desenvolvimento deste trabalho e ao NPD-FAU/UFRJ pela disponibilização do material de pesquisa.

## Referências

- ARQUITETURA. Revista do IAB-GB, n. 40, Rio de Janeiro, 1965.
- BASTOS, M. J. & ZEIN, R. V. **Brasil: arquitetura após 1950**. São Paulo: Perspectiva, 2010.
- FRAMPTON, Kenneth. **Towards a critical regionalism: six points for an architecture of resistance**. In: FOSTER, Hal (ed). *The Anti-Aesthetic: essays on postmodern culture*. Port Townsend: Bay Press, 1983.
- GAM/ Galeria de Arte Moderna/ Jornal Mensal de Artes Visuais. Rio de Janeiro, 1976, no 27, p. 14.
- LIMA, Mirian Keiko L. Ito Rovo de S. **O Lugar da Adequação em Severiano Porto: Aldeia SOS do Amazonas**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.
- OITICICA, Cesar. **Amazonas – experiência do clima e materiais na habitação popular**. ABA, Rio de Janeiro, n. 1, p. 74-77, 1967/1968.
- PORTO, Severiano. Escolas Pré-Fabricadas. **ABA**, Rio de Janeiro, n. 1, p. 120-121., 1967/1968.
- PORTO, Severiano. Entrevista a Jorge Czaikowski. **GAM/ Galeria de Arte Moderna/ Jornal Mensal de Artes Visuais**. Rio de Janeiro, 1976, no 27, . 14.
- SEGAWA, H.; MAZZA DOURADO, G. **Oswaldo Arthur Bratke – a Arte de bem projetar e construir**. São Paulo: PW Editores, 2012.
- TZONIS, Alexander e LEFAIVRE, Liane. **The Grid and The Pathway**. *Architecture in Greece*, n.5, 1981.
- WAISMAN, Marina. **O interior da história: historiografia arquitetônica para uso de latino-americanos**. Tradução de Anita Di Marco. São Paulo: Perspectiva, 2013.

### RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E DIREITOS AUTORAIS

A responsabilidade da correção normativa e gramatical do texto é de inteira responsabilidade do autor. As opiniões pessoais emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade, tendo cabido aos pareceristas julgar o mérito e a qualidade das temáticas abordadas. Todos os artigos possuem imagens cujos direitos de publicidade e veiculação estão sob responsabilidade de gerência do autor, salvaguardado o direito de veiculação de imagens públicas com mais de 70 anos de divulgação, isentas de reivindicação de direitos de acordo com art. 44 da Lei do Direito Autoral/1998: “O prazo de proteção aos direitos patrimoniais sobre obras audiovisuais e fotográficas será de setenta anos, a contar de 1º de janeiro do ano subsequente ao de sua divulgação”.

O CADERNOS PROARQ (issn 1679-7604) é um periódico científico sem fins lucrativos que tem o objetivo de contribuir com a construção do conhecimento nas áreas de Arquitetura e Urbanismo e afins, constituindo-se uma fonte de pesquisa acadêmica. Por não serem vendidos e permanecerem disponíveis de forma *online* a todos os pesquisadores interessados, os artigos devem ser sempre referenciados adequadamente, de modo a não infringir com a Lei de Direitos Autorais.

ELIZABETE RODRIGUES DE CAMPOS MARTINS

## A arquitetura brasileira de Severiano Porto

*Discussão proferido na outorga do título Professor Honoris Causa de Severiano Porto, em 19 de novembro de 2003, no Fórum de Ciência e Cultura. Reprodução cedida pela autora*

FIGURA 1 – Severiano Porto,  
por Paulo Caruso.

Fonte: A Revista Projeto 83, jan.  
1986, p. 46



Há poucos dias, em uma conversa telefônica, Severiano demonstrou-se sensibilizado com a lembrança desta homenagem uma vez que, por longo tempo, vivendo em Manaus, distanciara-se desta universidade. Expliquei-lhe que a distância impeditiva do estabelecimento das relações de proximidade entre nós, da FAU, jamais existiu fisicamente. Nossas relações nunca se perderam e, ao longo de todo esse tempo, esse contato havia se realizado através da nossa escolha em comum: o ofício da arquitetura. Seu ofício como arquiteto não permitiu que nos afastássemos, permitindo-nos também e às novas gerações reconhecer, no conjunto de sua obra, o mérito desta homenagem.

Certamente, homenagear o arquiteto Severiano Mario Porto como Professor Honoris Causa da UFRJ é um fato histórico de grande relevância para todos nós: arquitetos e futuros arquitetos, professores e para esta universidade da qual sua história profissional também leva marcas. É relevante também para o Instituto de Arquitetos do Brasil, instituição com a qual Severiano tanto contribuiu. Mas esta data é importante, sobretudo para a própria arquitetura brasileira no que ela possui de mais forte, simples e seu.

Severiano Mario Vieira de Magalhães Porto, mineiro de Uberlândia, forma-se na turma de 1954 da Faculdade Nacional de Arquitetura da Universidade do Brasil, na Escola de Belas Artes no centro onde, como ele próprio explica,

*tínhamos uma noção global do curso desde o principio, havia muita integração entre os alunos. Na época viviam-se coisas muito criativas na arquitetura, até sem perceber ou sentir claramente, era uma fase de importantes exemplos de nossa arquitetura, embora esparsos e fruto de um país jovem e sem muito compromisso (PORTO, 1986, p. 46).*

Esta vivência criativa tão bem percebida e claramente sentida o impulsiona, em 1963, a escolher Manaus “porque era o lugar mais longe que imaginei” (PORTO, 1986, p. 46) para conhecer de férias com a família. Foi uma viagem presenteada por um amigo que o pai trabalhava em uma companhia aérea. Dois anos após ele é novamente convidado, desta vez por um amigo e antigo vizinho, Arthur Reis, então governador da Amazônia, a retornar a Manaus para reformar o palácio do governo e projetar a Assembléia Legislativa do Estado. Embora não realizados, estes projetos o levaram ao envolvimento em outras atuações; a reforma de um posto de saúde para a Legião Brasileira de Assistência e o projeto de uma escola que projetou em madeira pré-fabricada. Foi a primeira subversão de Severiano e sua primeira imersão na dimensão amazônica que começava a entrar, pouco a pouco, na sua vida. Ele lembra: “na época, acharam que madeira era obra de pobre, o governo queria uma imagem de permanência” (PORTO, 1986, p. 46), mas a realização destes projetos e as cansativas idas e vindas ao Rio de Janeiro levaram a que se transferisse, em 1966, com a família para Manaus.

“Construí uma casa de madeira junto de um igarapé; na época não era costume, apenas as pessoas do povo moravam assim” (PORTO, 1986, p. 47). Estava feito o pacto do homem e do arquiteto, com os povos da floresta.

Este generoso desprendimento de se posicionar frente ao mundo propiciou justamente ao arquiteto, etnógrafo nato, a entender através do olhar arguto os elementos que, pouco a pouco, descortinavam uma região mostrando-se fundamentais para a construção de uma outra paisagem.

***Foi observando o pessoal nativo – os seringueiros, para mim, gigantes que cruzam a floresta amazônica a pé e passam meses embrenhados na mata, levando uma bagagem mínima, enfrentando toda sorte de problemas até grande onças que a gente pode encontrar mesmo perto de Manaus – que aprendi sobre o fazer regional (PORTO, 1986, p. 48).***

E embrenhando-se neste caminho Severiano desenvolvia uma “outra modernidade”, como explicou Ruth Verde Zein: “não modelos arquitetônicos a seguir, mas sem dúvida uma proposta, através do exemplo de sua atuação, para um “perfil de arquiteto” (ZEIN, 1986, p. 44).

Foi esse perfil que Severiano construiu no percurso do seu ofício – no campo da criação, do desenvolvimento projetual e no da construção – exercitando, com muito rigor, seus sentidos. O olhar sobre a geografia e suas nuances, o escutar do homem local sobre materiais, métodos e técnicas, seus costumes, construindo num tempo compassado e firme da sabedoria adquirida sua teoria da arquitetura brasileira regional.

E a simbiose é tamanha que a própria imagem da arquitetura amazônica passa também a se transformar no perfil do arquiteto Severiano. É assim pelo menos que ele é visto nos traços de Paulo Caruso e é celebrado em 1987 como o Homem do Ano em uma das mais célebres revistas de arquitetura da Europa a *L'Architecture d'aujourd'hui*. O homem já não é mais homem, é abrigo, é teto, é casa, pássaro e floresta que se misturam compondo uma arquitetura em madeira e palha que envolve a cabeça, e formam a cabeleira e o rosto do Severiano.

A singularidade desse homem-casa-floresta começa, entretanto, a ser reconhecida desde os anos 60. Já na terceira premiação anual do Instituto de Arquitetos do Brasil – IAB – do Rio de Janeiro em 1965, ele apresenta o “tartarugão”, o estádio de futebol Vivaldo Lima na Amazônia, que é laureado com “Menção Honrosa”. O parecer dos jurados já observava: “solução simples, conduzida corretamente, integrada ao sítio e bem de acordo com a escala do problema”.

Dois anos após, projeta e executa com madeira e palha, típicos na região amazônica, em pouco tempo e com baixo custo o restaurante Chapéu de Palha, premiado na VII premiação anual do IAB-RJ em 1967 “pela simplicidade bem sugere as origens e tradições locais”, afirmando a brasilidade da arquitetura do autor em um tempo em que se multiplicam construções anônimas, concretos aparentes e o funcionalismo marca cidades e regiões por todo o Brasil, com sua mesma marca pouco imaginativa, rígida e inadaptada.

Em 1971 recebe novamente do IAB o “Prêmio Marcelo Roberto” com o projeto para sua própria residência pela “excelente proposta do autor, coerente, elaborada com vocabulário brasileiro, com uso adequado dos materiais, respeitando o meio ambiente, sem se alienar da técnica contemporânea”.

Com o projeto para o reservatório d’água COSAMI recebe o prêmio em 1972; com o projeto para a Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA é laureado em 1974 e com o projeto para residência unifamiliar do Sr. Robert Schuster o prêmio de 1978, todos atribuídos na premiação anual do IAB.

Quatro anos depois, em 1982, o prêmio é recebido com o projeto para a Pousada da Ilha de Silves quando um Severiano plenamente maduro afirma o peso de seu próprio gesto e de suas escolhas. “Não se trata de um hotel convencional. Lá é lindo. Um lugar pequeno, de difícil acesso, distante de avião 50 minutos de Manaus. É um povoado de nativos, com cerca de mil habitantes que vivem basicamente da caça e da pesca. Tem uma igreja, a escola, botecos, uma agência do Banco do Brasil e uma cadeia que vive de portas abertas, pois não tem ninguém preso” (MONKEN apud MONAN, 1983, p. 14). O rebatimento da explicação do arquiteto sobre a especificidade do local e da arquitetura sóbria e simples que concebe manifesta-se na expressão crítica dos jurados. “O júri se sente gratificado diante deste trabalho. É raro o prazer de admirar uma arquitetura tão bem realizada, com tal integração material / linguagem / criatividade / resultado, onde se vê o domínio do arquiteto sobre o material, e uma linguagem coerente com a Amazônia desvinculada de estereótipos”.

Silves seria outra vez reconhecido com o “Premio Universidad de Buenos Aires”, na Bienal de Arquitetura de Buenos Aires em 1985 que enfocava a análise crítica do conceito de identidade e região. Na ocasião outras atividades foram organizadas como o primeiro Seminário de Arquitetura Latino-Americano no qual a grande surpresa foi justamente a exposição de Severiano Mario Porto.

Como escreveu Marina Waiseman: “Sua exposição se referiu uma outra vez, sem grandes preâmbulos teóricos, as suas intenções – tão bem realizadas, além disso – de utilizar em cada lugar os materiais, as técnicas e a mão de obra existente, sem se ater cegamente às tradições, mas, ao contrário, utilizando todos os recursos possíveis que os conhecimentos técnicos contemporâneos dispõem para melhorar soluções ou para inventar novas. (...) A formula de Porto para uma arquitetura “do tempo e do lugar” como diria Browne, parte, pois, da tecnologia. Mas uma tecnologia imaginativa” (WAISEMAN, 1985, p. 27). Ou seja, a que mergulha no passado local e habilmente o reinventa, criando novas formas que caracterizarão outra modernidade da arquitetura, sócio e culturalmente ambientadas.

Mestre na busca do passado para reinventar o presente, determinado como o seringueiro que em seu exílio foi possível observar, o arquiteto brasileiro além do prêmio e de surpreender a crítica pela simplicidade de sua exposição teórica insistiu, naquele momento, na importância de nos reconhecermos enquanto latino-americanos capazes de criar arquiteturas, suas formas e teorias, identificando-nos: Ele declararia na ocasião:

***Vivemos lendo livros estrangeiros, e queremos entrar nos padrões europeus. Não nos libertamos disso nem [neste Seminário Latino-Americano] onde se precisou convidar europeus e japoneses para não ser uma simples bienal” (PORTO apud Depoimentos Latinoamericanos, p. 48).***

Porém, na construção desta trajetória Severiano Mario Porto não se exilou e também aqui ensina, deixa exemplo de amizade, de confiança mútua, de respeito. Associou-se, por exemplo, com seu colega de turma da FNA Mario Emílio Ribeiro para desenvolver, Severiano, em Manaus, e Mario, no Rio de Janeiro, as co-autorias que estruturaram e resultaram nessa identificação da arquitetura brasileira da Amazônia. De fato, é um enorme saber, inclusive, saber escolher os parceiros que nos completam e nos realizam a nós mesmos. A associação Severiano-Mario também seria reconhecida pelo IAB na XXIV premiação em 1986 quando ambos são premiados como “Personalidade do Ano”.

Escrevendo sobre a premiação, Ana Luiza Petrik Magalhães ex-estagiária dos arquitetos, ressalta as particularidades do processo de criação explicando o cotidiano do escritório dos arquitetos.

***À uma concepção inicial quase sempre bastante precisa, segue-se um absoluto rigor no desenvolvimento dos projetos, com uma coordenação que valoriza a integração entre espaços, técnicas, instalações, materiais, e que desdobra, afinal em um acompanhamento criativo da obra. Destaco esse aspecto de vinculação estudo / detalhe / coordenação / obra porque tal processo não é fácil; ao contrário, requer discernimento, vontade, muito empenho, muito trabalho. Por isso mesmo identificar até aonde vai a participação de um e a contribuição do outro nos projetos e nas obras executadas não é possível. Nem necessário. Basta-nos o resultado alcançado (MAGALHÃES, 1986, IAB RJ).***

Na XXV premiação do IAB Nacional em 1987, esse resultado agora tem duplo reconhecimento. Os projetos para o Campus da Universidade da Amazônia e para o Centro de Proteção Ambiental Balbina recebem o prêmio do IAB-RJ e a Menção Honrosa pelo conjunto da obra no Prêmio Anual Nacional. “Os trabalhos apresentados pelos arquitetos destacam-se não só seus evidentes valores arquitetônicos excepcionais, mas, pelo que representam em termos de pesquisa, seja por abrirem horizontes para o desenvolvimento de tecnologias novas, com grande interesse nacional, seja pela busca de uma melhor e mais profunda integração da arquitetura com a natureza equatorial da Amazônia. Sem abrir mão dos avançados recursos materiais e técnicos contemporâneos, os arquitetos não vacilam em aproveitar as tradições culturais indígenas no trato da madeira e das estruturas espaciais. O Campus da Universidade de Manaus e no Centro de Proteção Ambiental de Balbina, constroem “espaços que respiram” com uma linguagem plena de modernidade, sem concessões ao exótico e ao pitoresco” .

Poderíamos ainda muito falar do arquiteto Severiano Mario Porto, de sua ação que vai evoluindo da arquitetura, da técnica e da forma, para uma concepção ecológica ainda mais vasta, exemplificada em tantos projetos. Mas gostaríamos de evocar também o homem de fala lenta, baixa, doce. Gostaríamos de evocar o “cavaleiro de todas as madrugadas do universo”, título que figura entre tantos outros diplomas nacionais e internacionais em seu currículo, e que lhe foi outorgado pelo “Clube da Madrugada” de Manaus por seu enorme talento em criar uma arquitetura amazônica, cuja simplicidade tanto buscamos . Como havia falado, sobre o arquiteto brasileiro, nosso antigo diretor da ENBA, Lucio Costa : “Se ele for bem formado, com sentimento brasileiro natural, sem afetação (tudo que é bom brasileiro tá imbuído do simples, seja mineiro, paulista, nordestino, carioca)” (COSTA apud ACAYABA, p. 7), e como Severiano tão bem mostrou, também amazônico. Ele não só fez e atualizou a boa arquitetura no país como não se esqueceu tampouco que o próprio objetivo da arquitetura não se restringe à proteção física, mas oferecer um quadro às ações e às estruturas sociais e representar e ser, ela própria, uma cultura.

Severiano Mario Porto nós é que devemos lhe agradecer por sua ação construtora e construtiva, por sua obra e sua arquitetura naturalmente brasileira

## Referências

COSTA, Lucio apud ACAYABA, Marlene Milan. A premiação brasileira na Bienal de Buenos Aires. In: **Projeto, Tendências atuais da arquitetura brasileira**. Vilanova Artigas 1915/1985, p. 7.

MAGALHÃES, Ana Luiza Petrik. Severiano Mario Porto – Mario Emílio Ribeiro. In: **Revista da XXIV Premiação Anual** 1986, IAB RJ.

MONKEN, Luis César apud MONAN, Maira. Destaques de Arquitetura. In: **Revista ADEMI**, ano X, n. 101, abr. 1983, p. 14.

PORTO, Severiano Mário. A longa trajetória, da efervescência cultural do Rio a Manaus. In: **Revista Projeto 83**, São Paulo: Projeto Editores Associados, janeiro de 1986.

PORTO, Severiano Mário apud Depoimentos Latinoamericanos. In: **Projeto**, n. 77, p. 48.

WAISEMAN, Marina. Primer Seminario de Arquitectura Latinoamericana. Um auspicioso comienzo. In: **Summa**, n. 217, set. 1985, p. 27. Tradução da autora deste artigo.

ZEIN, Ruth Verde. Um arquiteto brasileiro: Severiano Mario Porto. In: **Projeto**, n. 83, São Paulo: Projeto Editores Associados, janeiro de 1986, p. 44.

Sobre o autor:

Elizabeth Rodrigues de Campos Martins é doutora e professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro.